



dfw

Docket No. 1232-5286

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): HATAKEYAMA, et al.

Group Art Unit: TBA

Serial No.: 10/781,533

Examiner: TBA

Filed: February 17, 2004

For: SCAN TYPE DISPLAY OPTICAL SYSTEM

CERTIFICATE OF MAILING (37 C.F.R. §1.8(a))

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

I hereby certify that the attached:

1. Claim to Convention Priority w/1 document
2. Certificate of Mailing
3. Return postcard receipt

along with any paper(s) referred to as being attached or enclosed and this Certificate of Mailing are being deposited with the United States Postal Service on date shown below with sufficient postage as first-class mail in an envelope addressed to the: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Respectfully submitted,
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: May/4, 2004

By:

Helen Tiger
Helen Tiger

Correspondence Address:

MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.
345 Park Avenue
New York, NY 10154-0053
(212) 758-4800 Telephone
(212) 751-6849 Facsimile



CUSTOMER NO. 27123

Docket No. 1232-5286

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): HATAKEYAMA, et al.

Group Art Unit: TBA

Serial No.: 10/781,533

Examiner: TBA

Filed: February 17, 2004

For: SCAN TYPE DISPLAY OPTICAL SYSTEM

CLAIM TO CONVENTION PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In the matter of the above-identified application and under the provisions of 35 U.S.C. §119 and 37 C.F.R. §1.55, applicant(s) claim(s) the benefit of the following prior application(s):

Application(s) filed in: Japan
In the name of: Canon Kabushiki Kaisha
Serial No(s): 2003-040411
Filing Date(s): February 18, 2003

- ☒ Pursuant to the Claim to Priority, applicant(s) submit(s) a duly certified copy of said foreign application.
- ☐ A duly certified copy of said foreign application is in the file of application Serial No. _____, filed _____.

Dated: May 13, 2004

Correspondence Address:
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.
345 Park Avenue
New York, NY 10154-0053
(212) 758-4800 Telephone
(212) 751-6849 Facsimile

Respectfully submitted,
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.
By: Joseph A. Calvaruso
Joseph A. Calvaruso
Registration No. 28,287

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 3 年 2 月 1 8 日

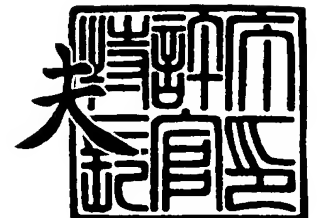
出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 0 4 0 4 1 1
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 4 0 4 1 1]

出 願 人
Applicant(s): キヤノン株式会社

2 0 0 4 年 3 月 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 226060

【提出日】 平成15年 2月18日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 3/00

【発明の名称】 投射型表示光学系

【請求項の数】 1

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社
社内

 【氏名】 畠山 弘至

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社
社内

 【氏名】 須永 敏弘

【特許出願人】

 【識別番号】 000001007

 【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100067541

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 岸田 正行

【選任した代理人】

 【識別番号】 100104628

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 水本 敦也

【選任した代理人】

【識別番号】 100108361

【弁理士】

【氏名又は名称】 小花 弘路

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 044716

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 投射型表示光学系

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光を偏向走査する光偏向手段と、
前記光偏向手段からの光を投射する投射光学系とを有し、
前記投射光学系による投射光によって形成される画像の位置を可変としたこと
を特徴とする投射型表示光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光を偏向走査して画像を表示する技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

投射型画像表示装置（プロジェクタ）に用いられる投射光学系において、被投射面であるスクリーンと装置との距離を短くするために、スクリーンに対して斜め方向からの投射が可能なものが提案されている。但し、スクリーンに対して斜め方向から画像を投射することで、その画像にはいわゆる台形歪みが生じる。このため、この台形歪みを補正する提案も種々なされている。

【0003】

特許文献 1 には、共軸回転対称の $f-\theta$ レンズを用い、絞りを中心にレンズ群を回転偏心させることにより、像の台形歪みがない状態で像面を回転させた投射光学系が提案されている。

【0004】

また、特許文献 2 には、偏心非球面を用いて、固定の投射角度で台形歪みを補正する投射光学系が提案されている。

【0005】

また、特許文献 3 にて提案されている光学系の実施例では、投射光学系として大画角の広角レンズを用い、ライトバルブおよびスクリーンを投射光学系の光軸に対してシフトさせ、画角の端の部分を使用して投射することにより、斜め投射

タイプの光学系を構成している。

【0006】

また、特許文献4で提案されている光学系の実施例では、第1および第2の投射光学系を光軸に対して傾けることにより、スクリーンに対し斜めに投射している。

【0007】

一方、非共軸光学系において、特許文献5にはその設計法や焦点距離等の近軸量の計算方法が、特許文献6, 7, 8には、その設計例が示されている。これら公報では、基準軸という概念を導入し、構成面を非対称非球面にすることで、十分収差が補正された光学系が構築可能である。

【0008】

こうした非共軸光学系は、Off-Axial光学系と呼ばれる。Off-Axial光学系は、像中心と瞳中心とを通る光線に沿った基準軸を考えたとき、構成面の基準軸との交点における面法線が基準軸上にない曲面（Off-Axial 曲面）を含む光学系として定義される。この Off-Axial光学系では、基準軸は折れ曲がった形状となる。

【0009】

Off-Axial 光学系は、構成面が一般に非共軸となり、反射面でもケラレが生じることがないため、反射面を使った光学系の構築がしやすい。また、光学系内で中間像を形成することにより、高画角でありながらコンパクトな光学系を構成することができる。Off-Axial 光学系は、前絞りの光学系でありながらも、光路の引き回しが比較的自由に行えるためにコンパクトな光学系として構成することができる。

【0010】

これらを生かして、特許文献9および特許文献10には、曲率を有する回転非対称反射面を用いて固定の投射角度で台形歪みを補正する投射光学系が提案されている。

【0011】

また、特許文献11に示されているようにレーザ光線を回転多面鏡により2次元的にスキャンし、画像を表示する提案がなされている。この場合、レーザ光線

の強度変調のタイミングを適切な値にすることにより、光学系ではとり切れなかったディストーションを補正することは可能である。

【0 0 1 2】

また、特許文献 1 2 には、複数の反射面を用いて斜め投射を行う投射光学系が提案されている。

【0 0 1 3】

さらに、入射した光を偏向して走査する光学素子に関して、特許文献 1 3 ～ 1 5 に提案されている。

【0 0 1 4】

図 2 8 には、特許文献 1 3 にて提案されているプレーナー型ガルバノミラーの構成を示している。具体的には、シリコン基板 1 0 2 に、平板状の可動板 1 0 5 と該可動板 1 0 5 を揺動可能に軸支するトーションバー 1 0 6 とを一体形成する。そして、可動板 1 0 5 の上面周縁部に、通電により磁界を発生する平面コイル 1 0 7 が設けられているとともに、該平面コイル 1 0 7 で囲まれる上面中央部に反射ミラー 1 0 8 が設けられている。さらに、シリコン基板 1 0 2 の上下面に、ガラス基板 1 0 3, 1 0 4 が設けられ、これらガラス基板 1 0 3, 1 0 4 の所定位置に、平面コイル 1 0 7 に磁界を作用させる永久磁石 1 1 0 A, 1 1 0 B および 1 1 1 A, 1 1 1 B が固定されている。

【0 0 1 5】

【特許文献 1】

特開平 9 - 3 0 4 7 3 3 号公報

【特許文献 2】

特開平 1 0 - 2 8 2 4 5 1 号公報

【特許文献 3】

特開平 5 - 1 0 0 3 1 2 号公報

【特許文献 4】

特開平 5 - 8 0 4 1 8 号公報

【特許文献 5】

特開平 9 - 5 6 5 0 号公報

【特許文献 6】

特開平 8 - 2 9 2 3 7 1 号公報

【特許文献 7】

特開平 8 - 2 9 2 3 7 2 号公報

【特許文献 8】

特開平 9 - 2 2 2 5 6 1 号公報

【特許文献 9】

特開 2 0 0 1 - 2 5 5 4 6 2 号公報

【特許文献 1 0】

特開 2 0 0 0 - 8 9 2 2 7 号公報

【特許文献 1 1】

特開平 6 - 2 9 5 1 5 9 号公報

【特許文献 1 2】

再公表特許 WO 9 7 / 1 7 8 7 号公報

【特許文献 1 3】

特開平 7 - 1 7 5 0 5 号公報

【特許文献 1 4】

特開平 7 - 2 1 8 8 5 7 号公報

【特許文献 1 5】

特開 2 0 0 0 - 3 5 5 4 9 号公報

【0 0 1 6】**【発明が解決しようとする課題】**

上述した特許文献 1 にて提案されているのは、共軸回転対称の $f - \theta$ 光学系を組み合わせた投射光学系であるが、画角が狭いので、通常のプロジェクタ等には適用が困難である。

【0 0 1 7】

また、通常のレンズでは、光軸から画角が大きくなるに従って光量が落ちてくるため、広画角のレンズ系を使用すればするほど像面上の明るさに差が出てしまう。このため、特許文献 1 にて提案の投射光学系は、広画角かつ明るい像面が必

要とされるプロジェクタには不向きである。

【0 0 1 8】

また、特許文献 2 にて提案の投射光学系では、偏心非球面により台形歪みを補正しているが、ある固定の投射角度でのみ台形歪み補正が可能な投射光学系であるので、プロジェクタの設置位置の自由度が損なわれている。さらに、画面のシフト量が小さく、液晶パネルに対してテレセントリックでない点からもプロジェクタには不向きである。

【0 0 1 9】

また、特許文献 9 および特許文献 1 0 にて提案の投射光学系では、曲率を有する回転非対称反射面を用いて広画角の台形歪み補正を実現しているが、これもある固定の投射角度でのみ台形歪み補正が可能な投射光学系であり、プロジェクタの設置位置の自由度が損なわれている。

【0 0 2 0】

また、特許文献 3 にて提案されているように、光軸に対してライトバルブとスクリーンをシフトさせた投射光学系の場合は、使用されるレンズ系として、かなり大きい画角をカバーする高画角のレンズ系が必要になる。しかも、光軸がスクリーンの中心に向かうように構成した場合、通常のレンズ系ではスクリーン上に像が結像されず光軸に垂直な平面上に結像される。

【0 0 2 1】

このように投射光学系を構成した場合、良く知られているように、像が台形に歪み、スクリーンの上下でピントがずれてしまう。この像面の傾きを補正する場合、スクリーンの上部を通る光線の光路とスクリーンの下部を通る光線の光路の差を打ち消さなければならない。そしてこの光路差を補正する場合、結像面付近で補正できれば光路差は縮小されるので補正量は少なくて済む。一方、像が拡大されたスクリーン側の光学面で補正をする場合は、光路差がそのまま影響する。

【0 0 2 2】

さらに、特許文献 4 にて提案されている当社光学系では、レンズ系をチルトしているだけなので、像面を十分に傾けることが難しい。また、チルト量が多すぎると、光学性能を確保することが難しくなる。

【0023】

そして、特許文献12にて提案されている光学系では、1つの反射面の大きさが大きくなり、精度良く製造することが難しい。

【0024】

また、特許文献11等に示されているように点光源又は一次元の画像表示素子を回転多面鏡もしくはガルバノミラー等で走査し、表示する方法において、電気的な補正が不可能な場合には、投射光学系が $f-\theta$ レンズやアークサインレンズの特性を持たなければならない。

【0025】

一次元の画像表示素子を用いた場合には、走査方向では、 $f-\theta$ レンズやアークサインレンズ等の特性を持ち、それと垂直な非走査方向では通常のカメラレンズの特性を持つ必要がある。つまり、光学的な軸に対して非対称な特性を持つ必要がある。

【0026】

【発明の概要および実施形態】

本発明は、光を偏向走査する光偏向手段と、光偏向手段からの光を投射する投射光学系とを有する投射型表示光学系において、投射光学系による投射光によって形成される画像の位置又は傾きを可変としたものである。

【0027】

以下、本発明の概要を実施形態とともに説明する。まず、実施形態の構成諸元の表し方および実施形態全体の共通事項について説明する。

【0028】

図1は、実施形態の光学系の構成データを定義する座標系の説明図である。本実施形態では、物体側から像面の中心を通して進む1つの光線（図1中に一点鎖線で示し、以下、基準軸光線と呼ぶ）に沿って i 番目の面を第 i 面とする。

【0029】

図1において、第1面 R_1 は屈折面、第2面 R_2 は第1面 R_1 に対してチルトした反射面、第3面 R_3 、第4面 R_4 は各々の前面に対してシフト、チルトした反射面、第5面 R_5 は第4面 R_4 に対してシフト、チルトした屈折面である。

【0030】

第1面R1から第5面R5までの各々の面は、ガラス、プラスチック等の媒質で構成される1つの光学素子上に構成されており、図1中では第1の光学素子Bとしている。

【0031】

従って、図1の構成では、不図示の物体面から第1面R1までの媒質は空気、第1面R1から第5面R5まではある共通の媒質、第5面R5から不図示の第6面（像面）R6までの媒質は空気である。

【0032】

本実施形態の光学系は、Off-Axial光学系であるため、光学系を構成する各面は共通の光軸を持っていない。そこで、本実施形態においては、まず第1面の中心を原点とする絶対座標系を設定する。

【0033】

そして、本実施形態においては、第1面の中心点を原点とすると共に、原点と最終結像面の中心とを通る光線（基準軸光線）の経路を光学系の基準軸と定義する。さらに、本実施形態中の基準軸は方向（向き）を持っている。その方向は基準軸光線が結像に際して進行する方向である。

【0034】

本実施形態においては、光学系の基準となる基準軸を上記の様に設定したが、光学系の基準となる軸の決め方は光学設計上、収差の取り纏め上、若しくは光学系を構成する各面形状を表現する上で都合の良い軸を採用すればよい。但し、一般的には、像面の中心と、絞り又は入射瞳又は射出瞳又は光学系の第1面の中心若しくは最終面の中心のいずれかを通る光線の経路を基準軸に設定するとよい。

【0035】

つまり、本実施形態においては、基準軸は、第1面の中心点を通り、最終結像面の中心へ至る光線（基準軸光線）が各屈折面および反射面によって屈折・反射する経路を基準軸に設定している。各面の順番は、基準軸光線が屈折・反射を受ける順番に設定している。

【0036】

従って、基準軸は設定された各面の順番に沿って屈折若しくは反射の法則に従ってその方向を変化させつつ、最終的に像面の中心に到達する。また、本実施形態において、物体面側、パネル面側および有効被投射面側、像面側、有効被投射面側等とは、基準軸の方向に対してどちら側であることを意味している。

【0037】

本実施形態における光学系の絶対座標系の各軸を以下のように定める。

【0038】

Z 軸：原点と物体面中心を通る直線。物体面から第 1 面 R 1 に向かう方向を正とする。

【0039】

Y 軸：原点を通り、右手座標系の定義に従って Z 軸に対して反時計回り方向に 90° をなす直線。

【0040】

X 軸：原点を通り、Z、Y 各軸に垂直な直線。

【0041】

また、光学系を構成する第 i 面の面形状およびチルト角を表すには、絶対座標系にてその面の形状およびチルト角を表記するより、基準軸と第 i 面が交差する点を原点とするローカル座標系を設定して、ローカル座標系でその面の面形状を表し、基準軸とローカル座標系の成す角でチルト角を表した方が形状を認識する上で理解し易い。このため、本実施形態では、第 i 面の面形状を以下のローカル座標系で表す。このために、まず基準軸上の任意の点に対して以下の基準軸上座標系を設定する。

【0042】

z b 軸：基準軸上の任意の点を通り、基準軸の方向を正とする直線。基準軸の偏向点においては入射方向を正とする

y b 軸：基準軸上の任意の点を通り、右手座標系の定義に従って z b 軸に対して反時計回り方向に 90° をなす直線。絶対座標系の原点で絶対座標系の Y 軸と一致し、以降、z b 軸に対する回転はないものとする。

【0043】

x_b 軸：基準軸上の任意の点を通り、 z_b 、 y_b 各軸に垂直な直線。

【0044】

次に、ローカル座標系を設定する。

【0045】

z 軸：ローカル座標の原点を通る面の法線。

【0046】

y 軸：ローカル座標の原点を通り、右手座標系の定義に従って z 方向に対し反時計回り方向に 90° をなす直線。

【0047】

x 軸：ローカル座標の原点を通り、 $y_b z_b$ 面に対して垂直な直線。

【0048】

従って、第 i 面の $y_b z_b$ 面内でのチルト角は、ローカル座標系の z 軸が基準軸上座標系の z_b 軸に対して反時計回り方向を正とした角度 $\theta_{x b i}$ (単位 $^\circ$) である。

【0049】

また、第 i 面の $x_b z_b$ 面内でのチルト角は、基準軸上座標系の z_b 軸に対して反時計回り方向を正とした角度 $\theta_{y b i}$ (単位 $^\circ$) で表され、第 i 面の $x_b y_b$ 面内でのチルト角は、基準軸上座標系の y_b 軸に対して反時計回り方向を正とした角度 $\theta_{z b i}$ (単位 $^\circ$) で表す。

【0050】

ただし、通常、角度 $\theta_{z b i}$ は面の回転に相当するもので、本実施形態においては存在しない。図 2 はこれらの絶対座標系、基準軸上座標系、ローカル座標系の相互関係を表している。

【0051】

また、 D_i は第 i 面と第 $(i+1)$ 面とのローカル座標の原点間の間隔を表すスカラー量、 $N_{d i}$ 、 $\nu_{d i}$ はそれぞれ第 i 面と第 $(i+1)$ 面間の媒質の屈折率とアッペ数を表す。

【0052】

ここで、球面の形状は以下の式で表される。

【 0 0 5 3 】

【数 1】

【数 1】

$$z = \frac{(x^2 + y^2)/Ri}{1 + \left\{1 - (x^2 + y^2)/Ri^2\right\}^{1/2}}$$

【 0 0 5 4 】

また、本実施形態の光学系は、少なくとも回転非対称な非球面を 1 面以上有し、その形状は以下の式により表される。

【 0 0 5 5 】

$$z = C02y^2 + C20x^2 + C03y^3 + C21x^2y + C04y^4 + C22x^2y^2 + C40x^4 \\ + C05y^5 + C23x^2y^3 + C41x^4y + C06y^6 + C24x^2y^4 + C42x^4y^2 + C60x^6$$

上記曲面式は、x に関して偶数次の項のみであるため、上記曲面式により規定される曲面は y z 面を対称面とする面对称な形状である。さらに以下の条件が満たされる場合は x z 面に対して対称な形状を表す。

【 0 0 5 6 】

$$C03 = C21 = t = 0$$

さらに、

$$C02 = C20, C04 = C40 = C22/2, C06 = C60 = C24/3 = C42/3$$

が満たされる場合は回転対称の形状を表す。以上の条件を満たさない場合は回転非対称の形状である。

【 0 0 5 7 】

次に、本実施形態の投射型表示光学系により形成される 2 次元像面を被投射面上で移動若しくは傾けることによる、該光学系の投射角について定義する。図 3 は、本実施形態における被投射面と 2 次元像面との位置関係を表している。

【 0 0 5 8 】

P は本実施形態の投射型表示光学系を備えた投射型画像表示装置であり、S は実際に画像（映像）表示が行われる 2 次元像面を示す。また、E は像面 S が良好

な結像性能を保ったまま移動可能な、スクリーン等の被投射面となる領域であり、これを以下、有効被投射面と呼ぶ。また、有効被投射面 E 内での像面 S の位置を、本光学系の射出瞳の中心から像面 S の中心に到達する基準軸の x 成分および y 成分と被投射面の法線とのなす角度で表し、それぞれ投射角 q_x , q_y とする。

【0059】

本実施形態の投射型表示光学系において、良好な光学性能を保ったまま投射角を可変とするための基本的な原理を、図 4 を用いて説明する。

【0060】

図 4 において、L は光源として用いられる、発光ダイオードやレーザ等の変調光発信器であり、外部に設けられた映像情報供給装置（パーソナルコンピュータ、テレビ、ビデオ、DVD プレーヤ等）から供給される映像信号に対応して変調した光を発する。なお、変調光発信器 L からは単色光若しくは RGB 3 色の光が射出される。

【0061】

C は変調光発信器 L の変調光を平行光にするためのコリメータレンズである。また、MD は光走査デバイスであり、MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems) デバイスを用いて構成されている。この光走査デバイス MD は、入射した光を、共振揺動する微小ミラーで反射することにより 1 次元方向又は 2 次元方向に偏向走査する。なお、MEMS デバイスは、例えば半導体製造技術などを用いた MEMS 技術で作製されており、非常に小型・軽量化できる利点がある。

【0062】

変調光発信器 L から発信された変調光は、コリメータレンズ C によりコリメートされ、光走査デバイス MD による偏向を受けて、光走査デバイス MD による後述する投射光学系 SP が無いとした場合に変調光が走査される被走査面 E' 内の領域 B1 内にて走査される。

【0063】

ここで、レンズ C は領域 B1 において一様な収差状態で走査する能力を有していればよいので、この領域 B1 で結像面を形成してもよい。すなわち、レンズ C

はコリメータレンズに限るものではなく、結像能力を有してもよい。

【0064】

このとき、実際に光が走査される領域B1をA1又はC1に移動させても、これら領域内での光学性能は不変である。すなわち、実際に光が走査される領域は被走査面E'上で光学性能を保ったまま連続的に移動することになる。光が走査される領域を移動させるための手段については後述する。

【0065】

但し、光走査デバイスMDは、ある方向を基準に光を走査することになるので、光走査デバイスMD中の走査面（ミラー面）の中心と光の被走査範囲の中心とを結ぶ直線L1に対して、走査面に入射する基準軸光線のなす角の二等分線の方角を光走査デバイスMDの基準面法線方向D1と呼ぶことにする。

【0066】

また、前述したように、レンズCが結像性能を有している場合は、変調光が走査される領域B1（被走査面E'）での結像面が光走査デバイスMD中の走査面の中心を曲率中心とする球面上に形成されていることが望ましい。これにより、領域B1をA1又はC1に移動させる場合に、光学性能を保ったまま、連続的に被走査面E'上を移動させることができる。

【0067】

次に、図4に示すように、曲率を持つ反射面を構成要素として含む投射光学系SPを、光走査デバイスMDの微小ミラーMが投射光学系SPの入射瞳位置SS（INP）に位置するように配置することで、被走査面E'にて走査される変調光を投射光学系SPに導く。このとき、投射光学系SPは、光走査デバイスMDの全ての被走査範囲の変調光を被投射面Eに良好な光学性能で結像させるように設計されている。

【0068】

さらに、曲率を持つ反射面を構成要素として含む投射光学系SPを用いることで、Off-Axial 光学系の特性により、有効被投射面Eに対して変調光を斜めに投影することが可能である。このとき、領域A1、B1、C1で走査される変調光は投射光学系SPに導かれるが、実際には、投射光学系SPの最初の面である第

1面R1上を走査することになる。

【0069】

本実施形態では、被走査面E'内の領域A1, B1, C1で走査される変調光が投射光学系SPの第1面R1上に導光される領域をそれぞれ、導光領域A1', B1', C1'と呼ぶことにする。

【0070】

従って、変調光発信器Lから発信された変調光はコリメータレンズC、光走査デバイスMDおよび投射光学系SPを介して有効被投射面E上の領域B2に投影されることになる。ここで前述したように、光走査デバイスMDの基準面法線方向D1を回転させることで、投射光学系SPの第1面R1上の導光領域A1', B1', C1'で走査された変調光はそれぞれ、有効被投射面E上の領域A2, B2, C2に結像する。この結果、本実施形態では、投射光学系SPが良好な光学性能を保証する範囲である被投射面E内において任意の投射角で変調光を投射し、画像を表示することが可能である。

【0071】

さらに、第1面R1上の導光領域A1', B1', C1'において、各領域内の収差の発生が一樣であれば、結像していてもいなくてもよいことは前述した通りである。ここでは、変調光が平行光でない場合、すなわち投射光学系SPを除いても結像性能を有している場合について示す。

【0072】

被走査範囲E'内の領域B1では、必ずしも球面上に結像していなくてもよい。すなわち、領域B1での像面が球面を形成している必要はない。言い換えると、前述した原理説明から分かるように、投射角を可変にするためには、領域B1で形成される像が被走査面E'上を一樣な光学性能を保ったまま連続的に移動することが必要であり、それを理想的に実現するのが被走査面E'を球面とすることである。

【0073】

しかし実際には、焦点深度やディストーション等の光学性能の許容量には幅があるので、この許容量に収まる場合には、被走査面E'はどのような面形状でも

よく、必ずしも球面である必要はない。

【0074】

さらに、本実施形態の投射光学系SPが有効被投射面E上で2次元的に像面Sを可変とする際には、各アジムス方向で全画角の収差の発生がそれぞれ一様であれば十分に補正されている必要はない。これは、全画角の収差の発生が一様であれば、投射光学系SPによって補正が可能であるからである。

【0075】

また、有効被投射面E上で1次元的に一方向にのみ像面Sの位置を移動させることができるようにする際には、移動方向でのみ全画角の収差の発生が一様であれば、移動しない方向の結像性能が良好である必要はない。これも、投射光学系SPによって補正が可能であるからである。

【0076】

有効被投射面E上で像面Sを任意の拡大率で表示するズーム機能に関して、本実施形態では、前述した投射光学系SPの第1面にて走査された変調光を投射光学系SPで有効被投射面E上に拡大投影しているので、投射光学系SPの第1面R1上の導光領域の大きさを拡大、縮小させることにより、ズーム機能を実現できる。さらに、この投射光学系SPの第1面上での導光領域を変化させることは、光走査デバイスMDにより電気的に行えるので、通常の光学群がシフトするズーム機構に比べて容易に実施できる。

【0077】

(実施形態1)

図6には、本発明の実施形態1である投射型画像表示装置に搭載される投射型表示光学系の構成を示している。本実施形態では、光走査デバイスMD（微小ミラーM）の基準面法線方向（図3に示すD1）を機械的に変化させることにより、有効被投射面E上での映像表示位置を変化させる。

【0078】

ここで、図7（a）には、図6の光走査デバイスMDを拡大して示している。この光走査デバイスMDは、微小ミラーMを高速で振動（揺動）させることで、入射した変調光を偏向走査する。図7（b）は、時間tと微小ミラーMの回転角

の変化を示している。微小ミラーMは、角度 $+\theta$ と $-\theta$ との間を高速で往復揺動する。

【0079】

TはミラーMの基準面法線方向を変えるための回転部材であり、この回転部材Tには駆動モータDが連結されている。駆動モータDが回転することで、回転部材Tとともに光走査デバイスMDの全体が回転し、微小ミラーMの基準面法線方向が変わる。駆動モータDの動作および光走査デバイスMDの動作は、制御回路CCによって制御される。制御回路CCは、映像情報供給装置IPから入力された映像信号の水平・垂直同期信号等に同期して微小ミラーMを揺動させるよう制御する（以下の実施形態でも同様である）。

【0080】

本実施形態では、変調光を、光走査デバイスMDの微小ミラーMにより所定の1次元方向（第1の方向：有効被投射面E上という水平方向）に走査し、さらに光走査手段としてのガルバノミラーGを揺動させて上記第1の方向に直交する第2の方向（有効被投射面E上という垂直方向）に走査することにより、変調光を2次元方向に走査する。

【0081】

また、変調光が走査される領域の移動は、前述したように駆動モータDにより回転部材Tを介して光走査デバイスMDの基準面法線方向を変化させることで行う。このため、本実施形態によれば、図6に示すように、有効被投射面E上の任意の位置に2次元映像S1～S3（像面S）を投影することができる。

【0082】

ここで、上記第2の方向の走査において、通常のガルバノミラーは、正弦波で表される揺動をするが、この場合、揺動の中心部と周辺部とでは走査速度に差が生じる。そこで、本実施形態の投射光学系SPでは、第2の方向に関し、上記走査速度差を補正して、有効被投射面E上に良好な映像を投影する。

【0083】

図8は、時間tに対するガルバノミラーGの回転角の変化を示している。ガルバノミラーの回転の全域を投射光学系SPを構成する光学面の形状によって補正

するのは困難なので、本実施形態では、図 8 中に太線で示す回転領域 ($+\theta' \sim -\theta'$) に関してのみ補正することができるように、投射光学系 S P の光学面の形状を設定する。

【0084】

但し、この補正を行うと、投射光学系 S P への導光領域を第 2 の方向に移動させた場合には、投射光学系 S P での補正が効かなくなる。このため、本実施形態では、上記第 1 の方向にのみ変調光の投射光学系 S P への導光領域を移動可能とし、これにより、有効被投射面 E 上でも第 1 の方向にのみ像面 S を移動可能としている。

【0085】

また、図 8 に太線で示すガルバノミラー G の回転領域が直線とみなせる場合、第 2 の方向に像面 S を移動させることは可能である。

【0086】

さらに、本実施形態では、制御回路 C C により、映像情報供給装置 I P から変調光発信器 L への映像信号の入力タイミングに同期させて回転部材 T の回転位置（光走査デバイス MD の基準面法線方向）を切り換えることによって、有効被投射面 E 上の複数領域に映像を表示することが可能となる。ここにいう「同期」について図 9 を用いて説明する。

【0087】

図 9 には、基準面法線方向の変化に合わせたタイミングで変調光発信器 L に入力する映像信号を変化させることで、有効被投射面 E 上の複数領域に映像を表示する原理を示している。L C は変調光発信器 L およびコリメータレンズ C を含む光源光学系である。

【0088】

光走査デバイス MD の微小ミラー M による走査により投射光学系 S P に導かれた変調光は、有効被投射面 E 上のある位置に映像として表示される。このとき、光走査デバイス MD の微小ミラー M の基準面法線方向を回転部材 T の回転により a' , b' に変化させることで、映像表示位置（像面 S の位置）は A および B に移動可能である。さらに、基準面法線方向が a' のときには映像情報供給装置 I

Pから変調光発信器Lに映像信号aを、基準面法線方向が b' のときには映像情報供給装置から変調光発信器Lに映像信号bを入力し、これらの切換えを高速で行うことで、有効被投射面E上に複数の映像A、Bを異なる位置に表示することができる。

【0089】

図10(a)、(b)は、回転部材Tの回転により基準面法線方向を変えられたミラーMの揺動状態を示している。図10(a)に示すように微小ミラーMが $+\theta_1 \sim +\theta_2$ の間で揺動しているときには映像信号aが、図10(b)に示すように微小ミラーMが $-\theta_2 \sim -\theta_1$ の間で揺動しているときには映像信号bを変調光発信器Lに入力することで、同時に異なる情報を持つ複数の映像を表示することができる。

【0090】

次に、本実施形態の投射型表示光学系の詳細について、図11および図12を用いて説明する。

【0091】

図11には本実施形態の投射型表示光学系による有効被投射面Eに対する変調光の投射の様子を、図12には、変調光発信器LおよびコリメータレンズCを含む光源光学系LCと、光走査デバイスMDの微小ミラーMと、ガルバノミラーGと、投射光学系SPとを拡大して示している。光源光学系LC(コリメータレンズC)からは平行光とされた変調光が微小ミラーMに入射している。

【0092】

本実施形態では、微小ミラーMは投射光学系SPの入射瞳(絞り)位置SS(INP)に配置されている。また、ガルバノミラーGの揺動角は最大 $\theta_{x,gmax} = 45^\circ \pm 3.30^\circ$ である。前述したように、正弦波揺動するガルバノミラーGの揺動中心部と周辺部とでは走査速度に差があるので、本実施形態では、全揺動角度の一部を用い、さらに投射光学系SPで上記走査速度差を補正している。本実施形態でのガルバノミラーGにおいて実際に光の走査に使用される揺動角は $\theta_{x,g} = 45^\circ \pm 2.64^\circ$ である。

【0093】

また、R1～R6は投射光学系SPを構成する6つの光学面であり、これら光学面R1～R6は、内部が光学硝子で満たされたプリズム形状の一体型の光学素子上に形成されている。R1、R6は光線が出入りする屈折面であり、回転非対称非球面により形成されている。また、R2～R5は反射面であり、回転非対称非球面により形成されている。

【0094】

回転非対称非球面である反射面を含む Off-Axial光学系としての投射光学系SPは、変調光発信器Lで変調され、コリメータレンズCを通過し、微小ミラーMおよびガルバノミラーGで偏向走査された光を、図11に示す有効被投射面Eに導き、有効被投射面E上に2次元映像を形成するための Off-Axial系を利用した投射光学系である。

【0095】

なお、図11では、有効被投射面Eの全域に光線を表示しているが、これは投射光学系SPが全領域の光学性能を保証していることを表すものであり、実際は微小ミラーMおよびガルバノミラーGによって投射光学系SP（の第1面R1）に導光される領域に合わせて、有効被投射面E上の部分的な領域に映像を表示する。

【0096】

また、本実施形態において、有効被投射面Eの大きさは 304.8×812.8 mmである。また、像面Sの大きさは、前述したように投射光学系SPに導光される領域に応じて有効被投射面E内で任意であるので、ここでは一例を示し、その際の投射角を示す。像面Sを縦横比3:4の20インチ（ 304.8×406.4 mm）とすると、有効被投射面Eの法線と前述した基準軸とのなす角度で表される補正投射角度範囲（すなわち、像面Sを傾けることができる範囲）は、

$$q_x: -22.12^\circ \sim 22.12^\circ$$

$$q_y: 23.43^\circ$$

である。

【0097】

また、微小ミラーMの第1の方向の振れ角は $\pm 6.12^\circ$ である。ガルバノミ

ラー G の第 2 の方向の振れ角は $\pm 3.30^\circ$ であり、実際に光の走査に使用される揺動角は、前述したように $\pm 2.64^\circ$ である

また、有効被投射面 E の全域を走査する場合、微小ミラー M の第 1 の方向の振れ角は $\pm 12.24^\circ$ 、ガルバノミラー G の第 2 の方向の振れ角は $\pm 3.30^\circ$ (走査に使用される振れ角は $\pm 2.64^\circ$) である。

【0098】

以下、本実施形態の投射型表示光学系の構成データを示す。

入射瞳径 3 mm

可変投射角度範囲 qx: $-22.12^\circ \sim 22.12^\circ$ 、qy: 23.43°

面 i	Yi	Zi	Di	$\theta_{x,i}$	Ni	ν_i	
1	0.00	0.00	4.00	0.00	1		絞り・微小ミラー
2	0.00	4.06	4.00	45.00	1		ガルバノミラー
3(R1)	-4.00	4.00	10.00	0.00	1.56093	62.55	透過面
4(R2)	-14.00	4.00	10.00	-20.00	1.56093	62.55	反射面
5(R3)	-6.34	10.43	10.00	23.86	1.56093	62.55	反射面
6(R4)	-16.25	11.77	12.00	-23.00	1.56093	62.55	反射面
7(R5)	-6.83	19.21	12.00	17.35	1.56093	62.55	反射面
8(R6)	-18.81	18.46	500.00	0.00	1		透過面
9	-517.83	-12.72		-23.43	1		像面

非球面形状

面

R1 C02= 4.70688e-003 C20=-5.25100e-003
 C03=-1.63906e-004 C21= 1.62250e-003
 C04= 3.96081e-004 C22=-5.70982e-005 C40= 1.42995e-006
 C05= 4.42970e-005 C23= 1.02422e-004 C41= 3.07744e-005
 C06=-1.42589e-006 C24= 4.27558e-005 C42= 1.75898e-005
 C60= 1.64133e-006

R2 C02= 1.41088e-002 C20= 1.72867e-002
C03=-3.12679e-004 C21= 8.17068e-005
C04= 7.18131e-005 C22=-1.33884e-005 C40=-7.06959e-006
C05= 4.27876e-006 C23= 6.42627e-006 C41= 3.82177e-006
C06=-3.04089e-007 C24= 2.17242e-006 C42= 1.05562e-006
C60= 1.11861e-007

R3 C02= 9.51837e-003 C20= 3.48084e-002
C03=-2.12898e-003 C21=-1.50152e-003
C04= 6.56344e-004 C22=-4.00998e-004 C40=-3.33150e-004
C05=-9.44327e-005 C23= 8.03325e-005 C41= 6.42858e-005
C06= 1.84780e-005 C24= 1.54276e-005 C42= 1.77914e-005
C60= 2.70518e-006

R4 C02=-1.55047e-002 C20=-1.79597e-002
C03= 8.84215e-004 C21=-2.78740e-003
C04=-7.45243e-004 C22=-5.37876e-004 C40=-1.64028e-004
C05=-3.68607e-004 C23=-1.75140e-004 C41=-3.01304e-005
C06= 8.82358e-005 C24=-4.61749e-005 C42=-6.65597e-006
C60= 2.46470e-006

R5 C02=-2.29132e-002 C20=-2.59682e-002
C03= 6.38591e-005 C21= 1.03319e-004
C04=-4.85418e-005 C22=-1.94137e-005 C40=-1.13710e-005
C05= 8.40921e-007 C23= 4.61244e-007 C41=-6.66116e-007
C06=-2.61050e-007 C24=-2.11583e-007 C42=-8.29075e-008
C60=-2.74614e-008

R6 C02=-1.87477e-005 C20=-1.39032e-002
C03=-5.88941e-004 C21=-4.53244e-004
C04= 3.44834e-004 C22=-1.90007e-004 C40=-9.21760e-005
C05=-1.41998e-004 C23= 5.54286e-005 C41= 1.93196e-006
C06= 9.50410e-006 C24= 1.17340e-006 C42=-1.07304e-006

C60= 6.99852e-007

【0 0 9 9】

次に、本実施形態における光学作用を説明する。本実施形態の投射型表示光学系は2次元像面を有効被投射面E上で移動させたり、傾けたりすることが可能であるが、有効被投射面E（像面S）での横収差を評価するための評価位置である①～⑤を図5に示す。投射光学系SPに要求される性能は、微小ミラーMが $\pm 12.24^\circ$ 振れ、かつガルバノミラーGが $\pm 3.30^\circ$ 振れたときの光線について投射有効領域E上で所要の性能が確保されていればよい。

【0 1 0 0】

本実施形態における有効被投射面Eでのディストーションの様子を図13に、図5の①～⑤の評価位置での横収差図を図14に示す。図14の横収差図において、横軸は瞳面上でのx軸あるいはy軸であり、縦軸は有効被投射面Eでの収差量を意味している。また、図14において、実線は赤の色光の横収差を、点線は緑の色光の横収差を、一点鎖線は青の色光の横収差を示している。

【0 1 0 1】

図13から分かるように、投影される画像（映像）には大きなディストーションはなく、非対称なディストーションも少ない。また、図14から分かるように、有効被投射面Eに投射される変調光は収差が少なく良好に結像している。

【0 1 0 2】

（実施形態2）

図15には、本発明の実施形態2である投射型表示光学系を用いた投射型画像表示装置の構成を示している。本実施形態では、光走査デバイスMD（微小ミラーM）の基準面法線方向を、第2のガルバノミラーGTで変化させる場合について説明する。

【0 1 0 3】

本実施形態では、光走査デバイスMDにより変調光を所定の1次元方向（1の方向：有効被投射面E上という水平方向）に走査し、第1のガルバノミラーGによって第1の方向に直交する第2の方向（有効被投射面E上という垂直方向Y）

に走査する。これにより、投射光学系 S P への導光領域内を 2 次元的に走査している。

【0104】

また、投射光学系 S P (の第 1 面 R 1) への導光領域 (つまりは、有効被投射面 E での映像表示位置) の移動は、第 2 のガルバノミラー G T を投射光学系の入射瞳 I N P を中心に回転させることで行う。

【0105】

ここで、第 2 の方向の走査において、通常のガルバノミラーは、図 8 に示したように正弦波で表される揺動をしているので、揺動の中心部と周辺部とで走査速度に差が生じる。そこで、本実施形態の投射光学系 S P では、走査速度差を有効被投射面 E の全域の第 2 の方向に関して補正し、有効被投射面 E 上に良好な画像 (映像) を投影している。但し、揺動の全域を投射光学系 S P の光学面形状で補正するのは困難なので、図 8 に太線で示す揺動領域のみ光の走査に使用し、このときの走査速度差を投射光学系 S P により補正している。この場合、有効被投射面 E について補正している。

【0106】

この補正を行うと、有効被投射面 E 上にて変調光を投射する領域を第 2 の方向に移動させた際にも投射光学系 S P による補正が効いているので、光走査デバイス MD により変調光を走査するとともに、第 2 のガルバノミラー G T の回転により投射光学系 S P への導光領域を移動させることで、有効被投射面 E 上での 2 次元像面 S の位置を移動させることができる。図 16 (a), (b) にはそれぞれ、このときの光走査デバイス MD における微小ミラー M の揺動および第 1 のガルバノミラー G の揺動波形を示している。図 16 において、横軸は時間、縦軸は微小ミラー M および第 1 のガルバノミラー G の揺動角である。なお、微小ミラー M の揺動および第 1 のガルバノミラー G の揺動波形は本来は正弦波形であるが、ここでは簡単のため図のように示している。

【0107】

図 16 から分かるように、微小ミラー M の基準面法線方向が異なることにより、有効被投射面 E 上での 2 次元映像 S 1 ~ S 3 の位置に対応して、微小ミラー M

の揺動の基準位置が変化している。第 1 のガルバノミラー G についても同様である。

【0 1 0 8】

また、制御回路 C C により、微小ミラー M による変調光の走査タイミングおよび第 2 のガルバノミラー G T の回転タイミングと、映像情報供給装置 I P からの変調光発信器 L への映像信号の入力タイミングとを同期させることで、有効被投射面 E 上での複数の領域を変調光で走査し、有効被投射面 E 上に複数の 2 次元映像 S 1 ～ S 3 を表示することができる。

【0 1 0 9】

複数の 2 次元映像を表示する原理は実施形態 1 で説明したのと同様であるが、本実施形態では、実施形態 1 にて微小ミラー M 自体の基準面法線方向を変化させるのではなく、第 2 のガルバノミラー G T によって基準面法線方向を変化させ、各基準面法線方向で微小ミラー M と第 1 のガルバノミラー G とにより変調光の 2 次元走査が行われる。そして、異なる基準面法線方向が設定されているときに、それぞれ異なる映像信号を変調光発信器 L に入力する。

【0 1 1 0】

但し、第 2 のガルバノミラー G T が、この第 2 のガルバノミラー G T での基準軸光線の反射において、入射光線および反射光線を含む面から外れる回転（本実施形態の場合、第 2 の方向に基準面法線方向を変化させるための回転）をする場合、投射光学系 S P への変調光の導光領域の形状と第 2 のガルバノミラー G T とがねじれの関係になり、その結果、有効被投射面 E 上での画像はこの有効被投射面 E 内で回転してしまう。これを補正するためには、投射光学系 S P への変調光の導光領域を、微小ミラー M により有効被投射面 E 上で上記ねじれによる回転が相殺されるように、予め回転させておけばよい。

【0 1 1 1】

また、これが困難な場合には、第 2 のガルバノミラー G T を第 1 の方向にのみ回転するガルバノミラーと第 2 の方向にのみ回転するガルバノミラーとに分ければよい。

【0 1 1 2】

本実施形態において用いられる投射光学系 S P は、実施形態 1 の投射光学系 S P と同じものである。有効被投射面 E の大きさは、 304.8×812.8 mm である。

【0113】

また、像面 S の大きさは、前述したように、投射光学系 S P への導光領域によって有効被投射面 E 上で任意であるので、ここでは一例を示し、その際の投射角を示す。像面 S を縦横比 3 : 4 の 20 インチ (304.8×406.4 mm) とすると、有効被投射面 E の法線と前述した基準軸とのなす角度で表される補正投射角度範囲（すなわち、像面 S を傾けることができる範囲）は、

$$q_x : -22.12^\circ \sim 22.12^\circ$$

$$q_y : 23.43^\circ$$

である。微小ミラー M の第 1 の方向の振れ角は $\pm 6.12^\circ$ 、第 1 のガルバノミラー G の第 2 の方向の振れ角は $\pm 3.30^\circ$ である。また、有効被投射面 E の全域を走査した場合、微小ミラー M の第 1 の方向の振れ角は $\pm 12.24^\circ$ 、第 1 のガルバノミラー G の第 2 の方向の振れ角は $\pm 3.30^\circ$ である。

【0114】

さらに、本実施形態において、20 インチの像面 S を想定すると、 q_y は固定されているが、20 インチ未満であれば q_y の方向にも映像表示位置を移動可能である。例えば、15 インチの像面を想定した場合、補正投射角度範囲は、

$$q_x : -26.93^\circ \sim 26.93^\circ$$

$$q_y : -19.64^\circ \sim 26.99^\circ$$

である。

【0115】

(実施形態 3)

図 17 には、本発明の実施形態 3 である投射型表示光学系を用いた投射型画像表示装置の構成を示している。本実施形態では、光走査デバイス MD として、微小ミラー M が所定の 1 次元方向（第 1 の方向：有効被投射面 E 上という水平方向）およびこの第 1 の方向に対して直交する第 2 の方向（有効被投射面 E 上という垂直方向）の 2 次元方向に揺動するタイプのものを用いている。

【0116】

そして、光走査デバイスMD（微小ミラーM）の基準面法線方向を、投射光学系SPがこの投射光学系SPの入射瞳INPを中心に回転することで変化させる。これにより、投射光学系SP（の第1面R1）への導光領域を移動させ、有効被投射面E上での映像表示位置を移動させる。図18には、投射光学系SPが、投射光学系SPの入射瞳INPを中心に回転する様子を示している。

【0117】

本実施形態によれば、前述した原理説明に従って、図17に示すように、有効被投射面E上の任意の位置に2次元映像S1～S3を投影することができる。

【0118】

ここで、投射光学系SPをこの投射光学系SPの入射瞳INPを中心に回転することは、変調光発信器LおよびコリメータレンズCを含む光源光学系LCを投射光学系SPの入射瞳INPを中心に回転させることと等価である。

【0119】

さらに、投射光学系SP（或いは光源光学系LC）が回転することで、微小ミラーMによる偏向光が投射光学系SP（の第1面R1）の複数の導光領域を走査し、制御回路CCにより、映像情報供給装置IPから変調光発信器Lへの映像信号の入力タイミングと微小ミラーMの動作とを同期させることで有効被投射面E上において同時に複数の画像を表示することもできる。

【0120】

次に、本実施形態の投射型表示光学系の詳細について、図19および図20を用いて説明する。図19には本実施形態の投射型表示光学系による有効被投射面Eに対する変調光の投射の様子を、図20には、変調光発信器LおよびコリメータレンズCを含む光源光学系LCと、光走査デバイスMDの微小ミラーMと、投射光学系SPとを拡大して示している。光源光学系LC（コリメータレンズC）からは平行光とされた変調光が微小ミラーMに入射している。

【0121】

本実施形態では、微小ミラーMは、投射光学系SPの入射瞳（絞り）位置SS（IMP）に配置されている。

【0122】

また、R1～R4は投射光学系SPを構成する4つの光学面としての反射面であり、これら反射面R1～R4の間は空気で満たされている。これら反射面R1～R4は回転非対称非球面により形成されている。

【0123】

回転非対称非球面である反射面を含む Off-Axial光学系としての投射光学系SPは、変調光発信器Lで変調され、コリメータレンズCを通過し、微小ミラーMで偏向走査された光を、図19に示す有効被投射面Eに導き、有効被投射面E上に2次元映像を形成するための Off-Axial系を利用した投射光学系である。図20中のSSaは、投射光学系SPの射出瞳である。

【0124】

なお、図19では、有効被投射面Eの全域に光線を表示しているが、これは投射光学系SPが全領域の光学性能を保証していることを表すものであり、実際は微小ミラーMによって投射光学系SP（の第1面R1）に導光される領域に合わせて、有効被投射面E上の部分的な領域に映像を表示する。

【0125】

また、有効被投射面Eの大きさは、 433.3×1006.7 mmである。像面Sの大きさは、前述したように投射光学系SPに導光される領域によって有効被投射面E内で任意であるので、ここでは一例を示し、その際の投射角を示す。像面Sを縦横比3：4の20インチ（ 304.8×406.4 mm）とすると、有効被投射面Eの法線と前述した基準軸とのなす角度で表される補正投射角度範囲（すなわち、像面Sを傾けることができる範囲）は、

$$q_x : -30.96^\circ \sim 30.96^\circ$$

$$q_y : 16.96^\circ \sim 29.33^\circ$$

である。

【0126】

微小ミラーMの第1の方向の振れ角は $\pm 4.94^\circ$ 、第2の方向の振れ角は $\pm 3.72^\circ$ である。

【0127】

また、有効被投射面 E の全域を走査した場合、微小ミラー M の第 1 の方向の振れ角は $\pm 12.24^\circ$ 、第 2 の方向の振れ角は $\pm 5.27^\circ$ である。

【0 1 2 8】

以下、本実施形態の投射型表示光学系の構成データを示す。

入射瞳孔径 3 mm

可変投射角度範囲 $q_x: -30.96^\circ \sim 30.96^\circ$ $q_y: 16.96^\circ \sim 29.33^\circ$

面 i	Yi	Zi	Di	$\theta_{x,i}$	
1	0.00	0.00	10.00	0.00	絞り・微小ミラー
2(R1)	0.00	10.00	10.00	20.00	反射面
3(R2)	-6.43	2.34	10.00	-24.31	反射面
4(R3)	-7.93	12.23	12.00	26.20	反射面
5(R4)	-16.23	3.56	500.00	-16.50	反射面
6	77.29	494.74		23.43	像面

非球面形状

面

R1	C02=-1.14698e-002	C20=-1.47647e-002			
	C03= 2.61803e-004	C21= 2.83124e-004			
	C04= 8.76106e-006	C22= 1.56878e-005	C40=-3.00120e-006		
	C05= 4.68265e-007	C23= 5.37654e-006	C41= 2.65682e-006		
	C06=-3.62535e-007	C24= 5.74255e-007	C42= 8.82485e-007		
	C60= 2.27647e-007				
R2	C02=-3.77624e-003	C20=-1.24281e-002			
	C03= 1.28459e-003	C21= 1.93663e-003			
	C04=-3.07144e-005	C22=-4.84910e-006	C40= 9.15597e-007		
	C05= 3.06335e-008	C23= 1.96314e-007	C41=-2.16124e-006		
	C06=-1.11420e-006	C24= 1.62664e-007	C42= 2.33015e-006		
	C60= 9.91494e-007				
R3	C02= 2.45866e-002	C20= 3.07572e-002			

C03= 1.66644e-004 C21= 1.90149e-003
 C04=-2.44830e-004 C22=-1.23575e-004 C40=-4.47202e-005
 C05= 3.24764e-006 C23=-5.56495e-005 C41=-2.12673e-005
 C06= 6.84126e-006 C24=-7.62426e-006 C42= 7.90017e-009
 C60=-2.39120e-006
 R4 C02= 3.00715e-002 C20= 3.17079e-002
 C03=-1.49194e-004 C21=-1.56115e-004
 C04= 1.24352e-005 C22= 3.81478e-005 C40= 1.93389e-005
 C05=-9.15325e-008 C23=-3.33463e-007 C41=-2.42578e-007
 C06= 1.67219e-007 C24= 1.89644e-007 C42= 1.59822e-007
 C60= 5.37644e-008

【 0 1 2 9 】

次に、本実施形態における光学作用を説明する。本実施形態の投射型表示光学系は2次元像面を有効被投射面E上で移動させたり、傾けたりすることが可能であるが、有効被投射面E（像面S）での横収差を評価するための評価位置である①～⑤を図5に示す。投射光学系SPに要求される性能は、微小ミラーMが第1の方向に $\pm 12.24^\circ$ 振れ、かつ第2の方向に $\pm 5.27^\circ$ 振れたときの光線について投射有効領域E上で所要の性能が確保されていればよい。

【 0 1 3 0 】

本実施形態における有効被投射面Eでのディストーションの様子を図21に、図5の①～⑤の評価位置での横収差図を図22に示す。図22の横収差図において、横軸は瞳面上でのx軸あるいはy軸であり、縦軸は有効被投射面Eでの収差量を意味している。

【 0 1 3 1 】

図21から分かるように、投影される画像（映像）には大きなディストーションはなく、非対称なディストーションも少ない。また、図22から分かるように、有効被投射面Eに投射される変調光は、収差が少なく良好に結像している。

【 0 1 3 2 】

(実施形態 4)

図 2 3 には、本発明の実施形態 4 である投射型表示光学系を用いた投射型画像表示装置の構成を示している。本実施形態では、光走査デバイス MD の微小ミラー M の基準面法線方向を電気的に変化させる。これにより、投射光学系 S P (の第 1 面 R 1) への導光領域を移動させ、有効被投射面 E 上での映像表示位置を移動させる。

【0 1 3 3】

図 1 6 には、本実施形態において、実施形態 2 と同様に、微小ミラー M を、その基準面法線方向を変化させて、揺動させている様子を示している。

【0 1 3 4】

本実施形態によれば、前述した原理説明に従って、有効被投射面 E 上の任意の位置に 2 次元映像 S 1 ~ S 3 を投影することができる。

【0 1 3 5】

さらに、微小ミラー M の基準面法線方向を変化させることで、微小ミラー M による偏向光が投射光学系 S P (の第 1 面 R 1) の複数の導光領域を走査する。制御回路 C C により、映像情報供給装置 I P から変調光発信器 L への映像信号の入力タイミングに微小ミラー M の動作を同期させることで有効被投射面 E 上に同時に複数の画像を表示することもできる。

【0 1 3 6】

次に、本実施形態の投射型表示光学系の詳細について、図 2 4 および図 2 5 を用いて説明する。図 2 4 には本実施形態の投射型表示光学系による有効被投射面 E に対する変調光の投射の様子を、図 2 5 には、変調光発信器 L およびコリメータレンズ C を含む光源光学系 L C と、光走査デバイス MD の微小ミラー M と、投射光学系 S P とを拡大して示している。光源光学系 L C (コリメータレンズ C) からは平行光とされた変調光が微小ミラー M に入射している。

【0 1 3 7】

本実施形態では、微小ミラー M は、投射光学系 S P の入射瞳 (絞り) 位置 S S (I M P) に配置されている。

【0 1 3 8】

また、R1～R6は投射光学系SPを構成する6つの光学面であり、これら光学面R1～R6は、内部が光学硝子で満たされたプリズム形状の一体型の光学素子上に形成されている。R1、R6は光線が出入りする屈折面であり、回転非対称非球面により形成されている。また、R2～R5は反射面であり、回転非対称非球面により形成されている。

【0139】

回転非対称非球面である反射面を含む Off-Axial光学系としての投射光学系SPは、変調光発信器Lで変調され、コリメータレンズCを通過し、微小ミラーMで偏向走査された光を、図24に示す有効被投射面Eに導き、有効被投射面E上に2次元映像を形成するための Off-Axial系を利用した投射光学系である。

【0140】

なお、図24では、有効被投射面Eの全域に光線を表示しているが、これは投射光学系SPが全領域の光学性能を保証していることを表すものであり、実際は微小ミラーMによって投射光学系SP（の第1面R1）に導光される領域に合わせて、有効被投射面E上の部分的な領域に映像を表示する。

【0141】

有効被投射面Eの大きさは、 433.3×1006.7 mmである。像面Sの大きさは、前述したように投射光学系SPに導光される領域に応じて有効被投射面E内で任意であるので、ここでは一例を示し、その際の投射角を示す。像面Sを縦横比3:4の20インチ（ 304.8×406.4 mm）とすると、有効被投射面Eの法線と基準軸の成す角度で表される補正投射角度範囲（すなわち、像面Sを傾けることができる範囲）は、

$$q_x: -30.96^\circ \sim 30.96^\circ$$

$$q_y: 16.96^\circ \sim 29.33^\circ$$

である。

【0142】

微小ミラーMの第1の方向の振れ角は $\pm 4.94^\circ$ 、第2の方向の振れ角は $\pm 3.72^\circ$ である。

【0143】

また、有効被投射面 E の全域を走査した場合、微小ミラー M の第 1 の方向の振れ角は $\pm 12.24^\circ$ 、第 2 の方向の振れ角は $\pm 5.27^\circ$ である。

【 0 1 4 4 】

以下、本実施形態の投射型表示光学系の構成データを示す。

入射瞳径 3 mm

可変投射角度範囲 qx : $-30.96^\circ \sim 30.96^\circ$ qy : $16.96^\circ \sim 29.33^\circ$

面	Yi	Zi	Di	$\theta_{x,i}$	Ni	ν_i	
1	0.00	0.00	5.00	0.00	1		絞り・微小ミラー
2(R1)	0.00	5.00	10.00	0.00	1.56093	62.55	透過面
3(R2)	0.00	15.00	10.00	20.00	1.56093	62.55	反射面
4(R3)	-6.43	7.34	10.00	-21.86	1.56093	62.55	反射面
5(R4)	-7.08	17.32	12.00	23.00	1.56093	62.55	反射面
6(R5)	-15.15	8.44	12.00	-18.40	1.56093	62.55	反射面
7(R6)	-14.00	20.38	500.00	0.00	1		透過面
8	33.76	518.10		23.43	1		像面

非球面形状

面

R1	C02= 5.08605e-003	C20= 1.12572e-003	
	C03= 1.73428e-003	C21=-8.18795e-004	
	C04= 3.23611e-004	C22= 1.92743e-004	C40= 2.22131e-006
	C05= 2.87755e-006	C23= 7.58765e-006	C41=-2.01046e-005
	C06=-2.56784e-006	C24=-4.74665e-007	C42= 3.65809e-006
	C60=-1.28932e-006		
R2	C02=-1.23451e-002	C20=-1.72589e-002	
	C03= 7.29854e-004	C21= 8.50784e-005	
	C04= 8.19669e-005	C22= 3.40601e-005	C40= 3.17541e-006
	C05= 6.38661e-006	C23= 2.22230e-006	C41=-3.22456e-006

C06= 5.89639e-007 C24= 8.23832e-007 C42= 7.45790e-007
C60=-4.38454e-008

R3 C02=-9.81870e-003 C20=-2.74640e-002
C03= 3.75982e-003 C21= 2.20217e-003
C04= 6.64041e-005 C22= 3.56274e-004 C40= 2.13211e-004
C05=-7.31653e-005 C23=-1.04748e-004 C41=-6.83491e-005
C06= 7.27285e-006 C24= 7.42853e-006 C42= 1.50141e-005
C60=-7.18961e-007

R4 C02= 2.19064e-002 C20= 3.41315e-002
C03= 2.51338e-003 C21= 2.53949e-003
C04= 2.21613e-004 C22= 2.01248e-004 C40= 1.92071e-004
C05= 1.92089e-005 C23= 3.23607e-005 C41=-1.17077e-005
C06=-2.55132e-006 C24=-6.08272e-006 C42= 4.61526e-006
C60=-9.69626e-006

R5 C02= 2.86111e-002 C20= 2.98235e-002
C03=-1.76799e-004 C21=-1.22052e-004
C04= 1.79239e-005 C22= 3.46195e-005 C40= 1.66153e-005
C05= 9.29143e-007 C23= 8.82037e-007 C41= 4.95579e-008
C06= 1.00500e-007 C24= 2.06580e-007 C42= 1.62495e-007
C60= 3.19427e-008

R6 C02= 4.14148e-002 C20= 3.25266e-002
C03=-4.73810e-003 C21=-2.43031e-003
C04= 3.02738e-003 C22= 3.77780e-004 C40=-3.01440e-005
C05=-4.88783e-004 C23=-4.02943e-005 C41=-3.16463e-005
C06= 7.42021e-005 C24=-3.43148e-005 C42= 6.40989e-006
C60= 4.14423e-007

【 0 1 4 5 】

次に、本実施形態における光学作用を説明する。本実施形態の投射型表示光学

系は 2 次元像面を有効被投射面 E 上で移動させたり、傾けたりすることが可能であるが、有効被投射面 E（像面 S）での横収差を評価するための評価位置である①～⑤を図 5 に示す。投射光学系 S P に要求される性能は、微小ミラー M が第 1 の方向に $\pm 12.24^\circ$ 振れ、かつ第 2 の方向に $\pm 5.27^\circ$ 振れたときの光線について投射有効領域 E 上で所要の性能が確保されていればよい。

【0146】

本実施形態における有効被投射面 E でのディストーションの様子を図 26 に、図 5 の①～⑤の評価位置での横収差図を図 27 に示す。図 27 の横収差図において、横軸は瞳面上での x 軸あるいは y 軸であり、縦軸は有効被投射面 E での収差量を意味している。また、図 27 において、実線は赤の色光の横収差を、点線は緑の色光の横収差を、一点鎖線は青の色光の横収差を示している。

【0147】

図 26 から分かるように、投影される画像（映像）には大きなディストーションはなく、非対称なディストーションも少ない。また、図 27 から分かるように、有効被投射面 E に投射される変調光は、収差が少なく良好に結像している。

【0148】

以上、各実施形態により様々な投射型表示光学系の構成について説明したが、本発明の投射型表示光学系の構成は各実施形態にて説明したものに限られない。

【0149】

すなわち、以上説明した各実施形態は、以下に示す各発明を実施した場合の一例に過ぎず、下記の各発明は上記各実施形態に様々な変更や改良が加えられて実施されるものである。

【0150】

〔発明 1〕 光を偏向走査する光走査手段と、

反射面を含む複数の光学面を備え、前記光走査手段からの光を投射する投射光学系とを有し、

前記光走査手段から前記投射光学系に入射する光の、前記複数の光学面のうち最初の光学面への入射範囲を変化させることにより、前記投射光学系による投射光によって形成される画像の被投射面上での位置又は傾きを可変としたことを特

徴とする投射型表示光学系。

【0 1 5 1】

本発明 1 によれば、コンパクトでありながら、被投射面上の任意の位置又は傾き角度で、歪みの少ない画像を表示できる投射型表示光学系を実現することができる。

【0 1 5 2】

〔発明 2〕 前記投射光学系の入射瞳を中心に回転して、前記最初の光学面への入射範囲を変化させる回転光学部材を有することを特徴とする発明 1 に記載の投射型表示光学系。

【0 1 5 3】

〔発明 3〕 前記回転光学部材が、前記光走査手段であることを特徴とする発明 2 に記載の投射型表示光学系。

【0 1 5 4】

〔発明 4〕 前記回転光学部材が、前記投射光学系を構成する部材であることを特徴とする発明 2 に記載の投射型表示光学系。

【0 1 5 5】

〔発明 5〕 前記光走査手段に光を入射させる光源光学系を有しており、前記回転光学部材が、前記光源光学系を構成する部材であることを特徴とする発明 2 に記載の投射型表示光学系。

【0 1 5 6】

〔発明 6〕 前記投射光学系は、曲率を持つ反射面を含む光学ユニットであることを特徴とする発明 1 に記載の投射型表示光学系。

【0 1 5 7】

〔発明 7〕 前記反射面が回転非対称の非球面形状を有することを特徴とする発明 8 に記載の投射型表示光学系。

【0 1 5 8】

〔発明 8〕 前記光走査手段は、第 1 の方向に光を偏向走査する第 1 のミラー素子と、前記第 1 の方向に対して直交する第 2 の方向に光を偏向走査する第 2 のミラー素子とを有することを特徴とする発明 1 に記載の投射型表示光学系。

【 0 1 5 9 】

〔発明 9〕 発明 1 から 8 のいずれかに記載の投射型表示光学系と、外部から供給された画像信号に応じて変調した光を前記光走査手段に入射させる光源光学系とを有することを特徴とする投射型画像表示装置。

【 0 1 6 0 】

〔発明 1 0〕 前記回転光学部材の回転位置を順次切り換えて、前記被投射面における複数位置に画像を形成する制御手段を有することを特徴とする発明 9 に記載の投射型画像表示装置。

【 0 1 6 1 】

〔発明 1 1〕 前記光走査手段による光の被走査範囲を順次切り換えて、前記被投射面における複数位置に画像を形成する制御手段を有することを特徴とする発明 9 に記載の投射型画像表示装置。

【 0 1 6 2 】**【発明の効果】**

以上説明したように、本発明によれば、投射光によって形成される画像の位置又は傾きを可変とした投射型表示光学系を実現することができる。

【図面の簡単な説明】**【図 1】**

本発明の実施形態における座標系の説明図。

【図 2】

本発明の実施形態における絶対座標系、基準軸上座標系、ローカル座標系の説明図。

【図 3】

本発明の実施形態における投射角の説明図。

【図 4】

本発明の実施形態における投射角変更の原理を示す説明図。

【図 5】

本発明の実施形態の結像性能の評価位置を示す説明図。

【図 6】

本発明の実施形態 1 の投射型表示光学系を用いた投射型画像表示装置の構成図

。

【図 7】

(a) は上記実施形態 1 の微小ミラーの基準面法線方向の回転方法を示す説明図であり、(b) は微小ミラーの揺動波形を示す説明図。

【図 8】

上記実施形態 1 において、正弦波で回転するガルバノミラーの光学的な利用範囲を示す説明図。

【図 9】

上記実施形態 1 において、映像信号と回転部材の回転との同期について説明する図。

【図 10】

(a) , (b) は上記実施形態 1 における異なる基準面法線方向に対する微小ミラーの揺動波形を示す説明図。

【図 11】

上記実施形態 1 の投射型表示光学系による有効被投射面への投射の様子を示す図。

【図 12】

上記実施形態 1 の投射型表示光学系の構成図。

【図 13】

上記実施形態 1 の投射型表示光学系におけるディストーションを示す説明図。

【図 14】

上記実施形態 1 の投射型表示光学系における横収差を示す説明図。

【図 15】

本発明の実施形態 2 の投射型表示光学系を用いた投射型画像表示装置の構成図

。

【図 16】

(a) , (b) は上記実施形態 2 における異なる基準面法線方向に対する微小ミラーおよびガルバノミラーの揺動波形を示す説明図。

【図 1 7】

本発明の実施形態 3 の投射型表示光学系を用いた投射型画像表示装置の構成図

。

【図 1 8】

上記実施形態 3 の投射型表示光学系における投射光学系の回転を示す説明図。

【図 1 9】

上記実施形態 3 の投射型表示光学系による有効被投射面への投射の様子を示す図。

【図 2 0】

上記実施形態 3 の投射型表示光学系の構成図。

【図 2 1】

上記実施形態 3 の投射型表示光学系におけるディストーションを示す説明図。

【図 2 2】

上記実施形態 3 の投射型表示光学系における横収差を示す説明図。

【図 2 3】

本発明の実施形態 4 の投射型表示光学系を用いた投射型画像表示装置の構成図

。

【図 2 4】

上記実施形態 4 の投射型表示光学系による有効被投射面への投射の様子を示す図。

【図 2 5】

上記実施形態 4 の投射型表示光学系の構成図。

【図 2 6】

上記実施形態 4 の投射型表示光学系におけるディストーションを示す説明図。

【図 2 7】

上記実施形態 4 の投射型表示光学系における横収差を示す説明図。

【図 2 8】

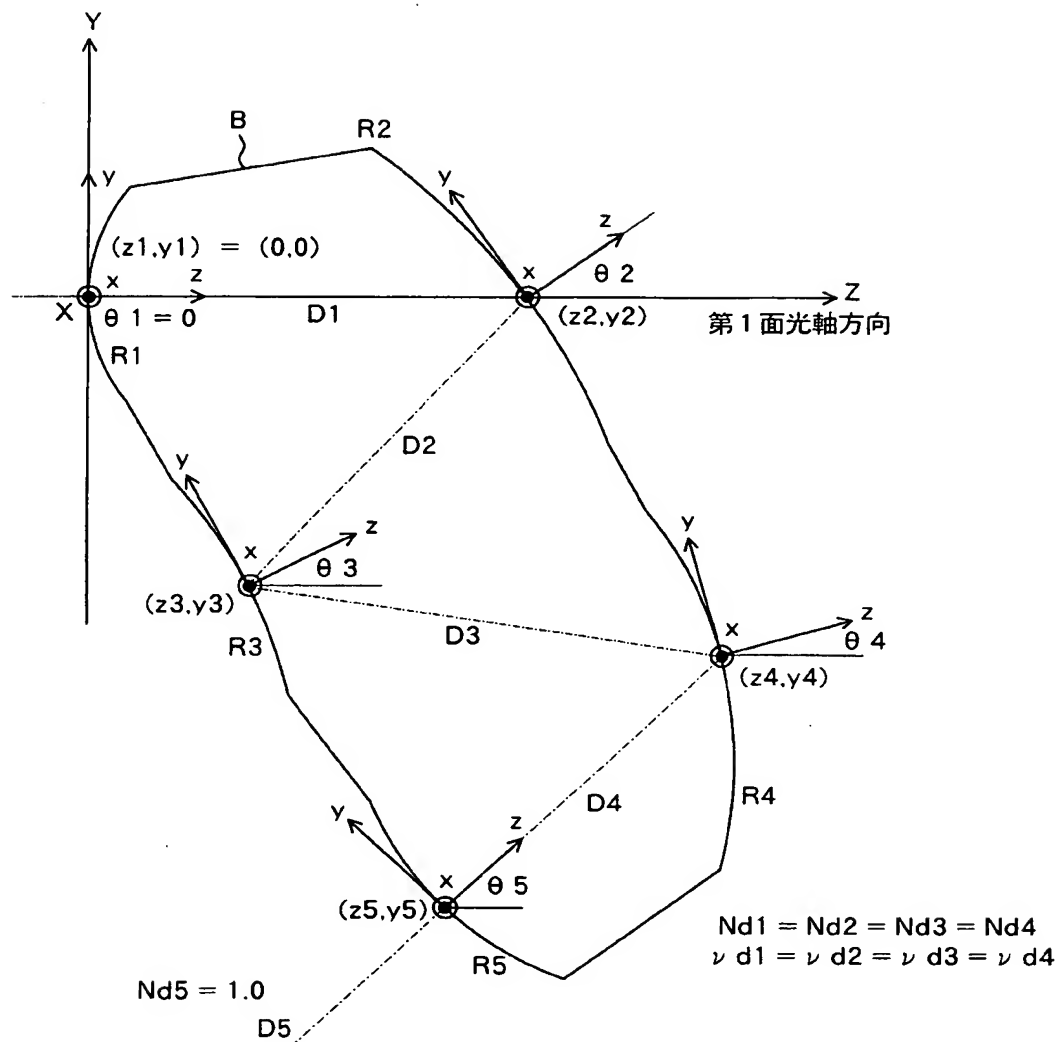
ブレーナー型ガルバノミラーの構成を示す説明図。

【符号の説明】

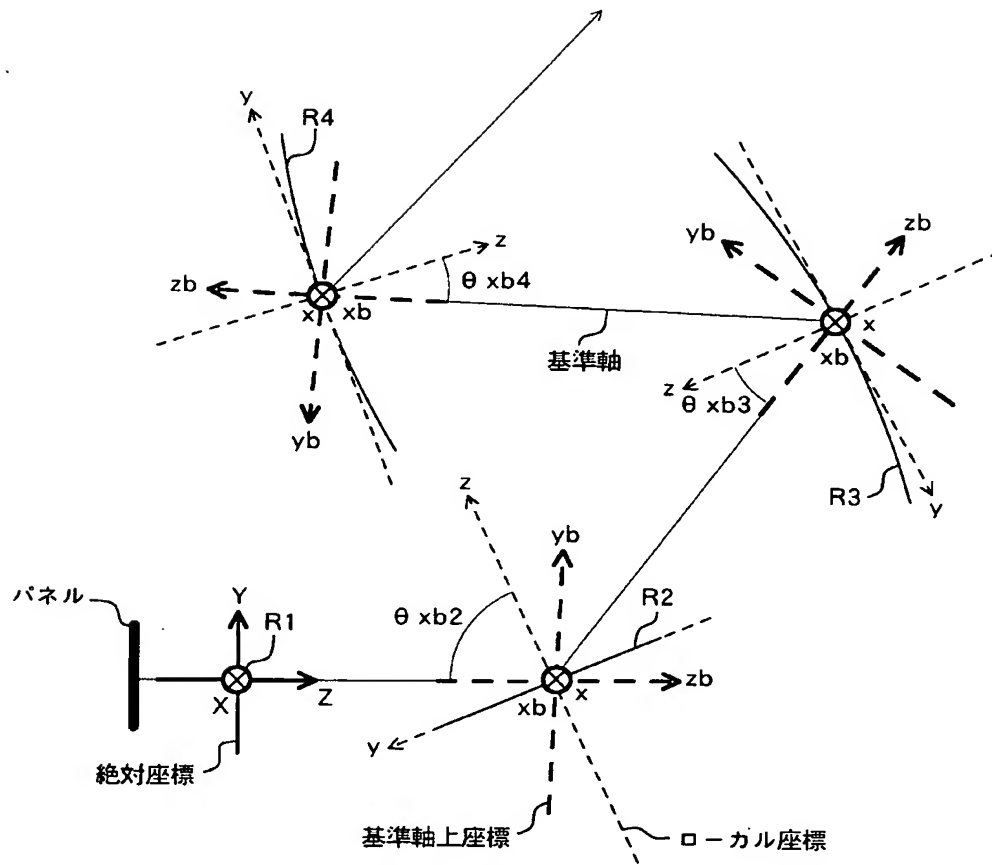
P 投射型画像表示装置
B 光学素子
L C 光源光学系
L 変調光発信器
C コリメータレンズ
M 微小ミラー
MD 光走査デバイス
T 回転部材
G T 第 2 のガルバノミラー
G ガルバノミラー
S P 投射光学系
R i 光学面
E 有効被投射面（スクリーン）
E'（光走査デバイスによる本来の）被走査面
S 像面
S i 映像表示位置
A 1, B 1, C 1（光走査デバイスによる本来の）被走査領域
A 1', B 1', C 1' 投射光学系での導光領域
A 2, B 2, C 2 有効被投射面上での結像領域
S S 絞り
S S a 投射光学系の射出瞳
I N P 投射光学系の入射瞳
a, b 映像信号

【書類名】 図面

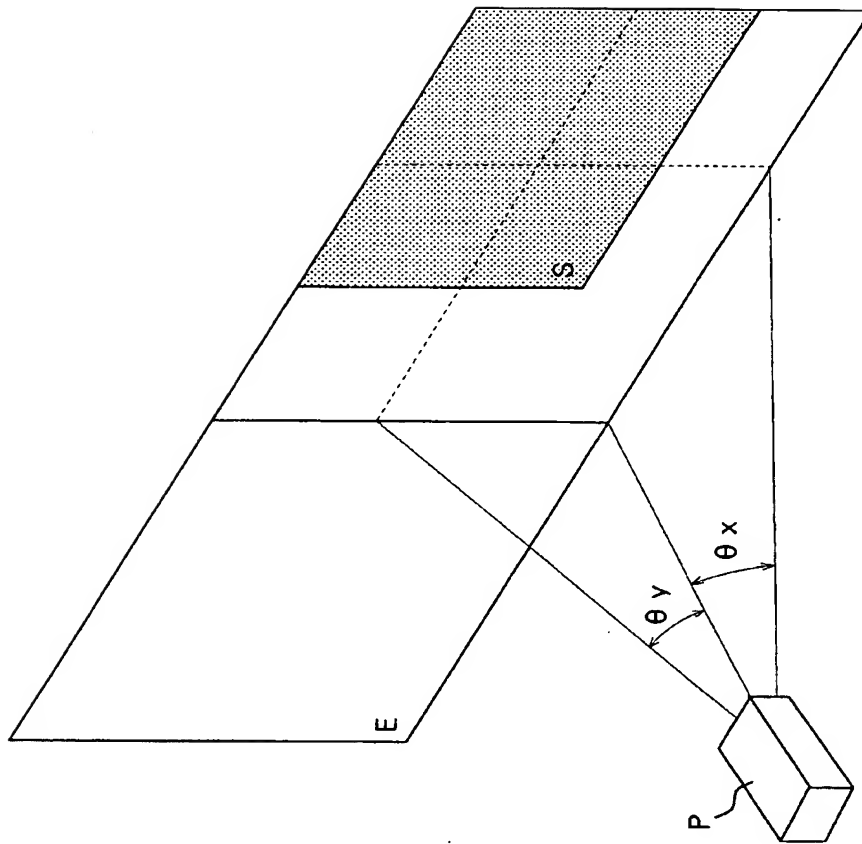
【図 1】



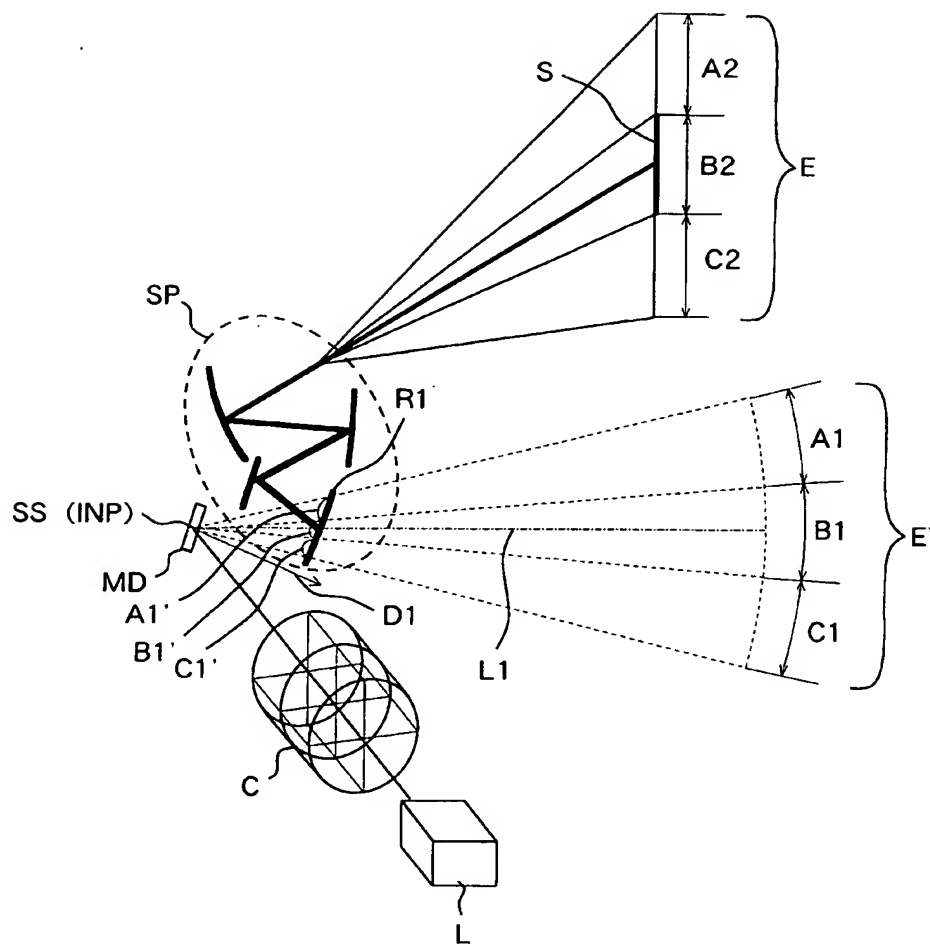
【図 2】



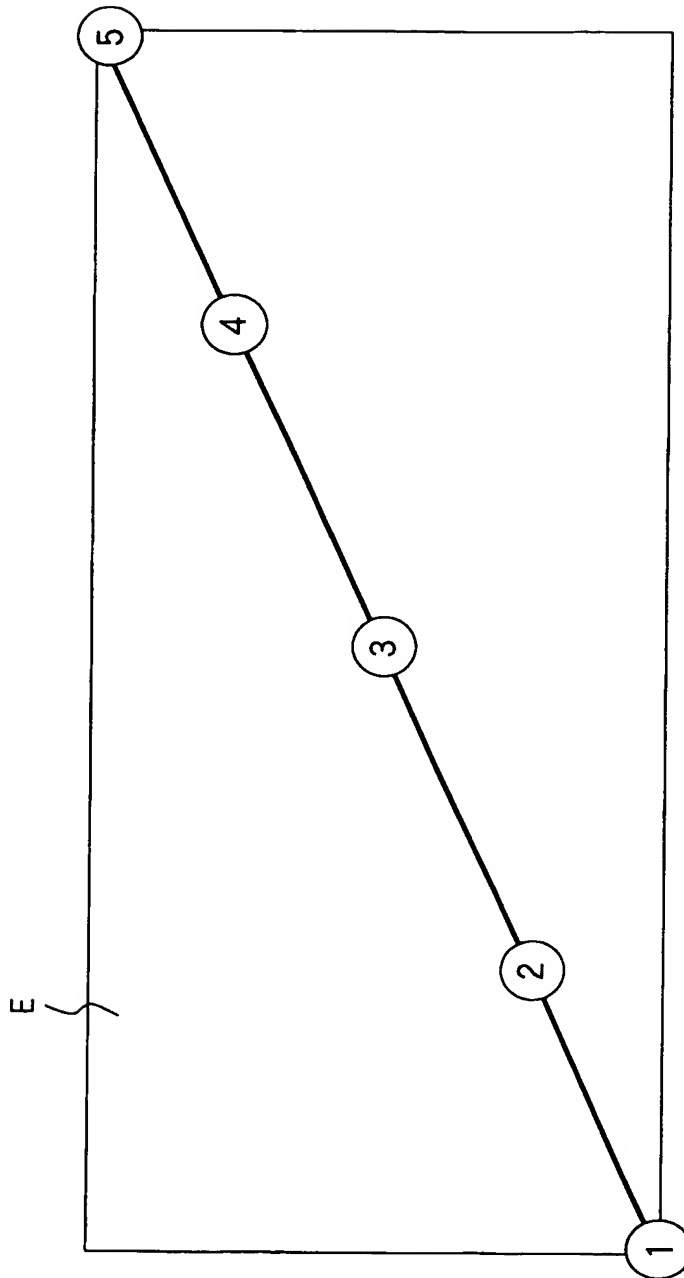
【図 3】



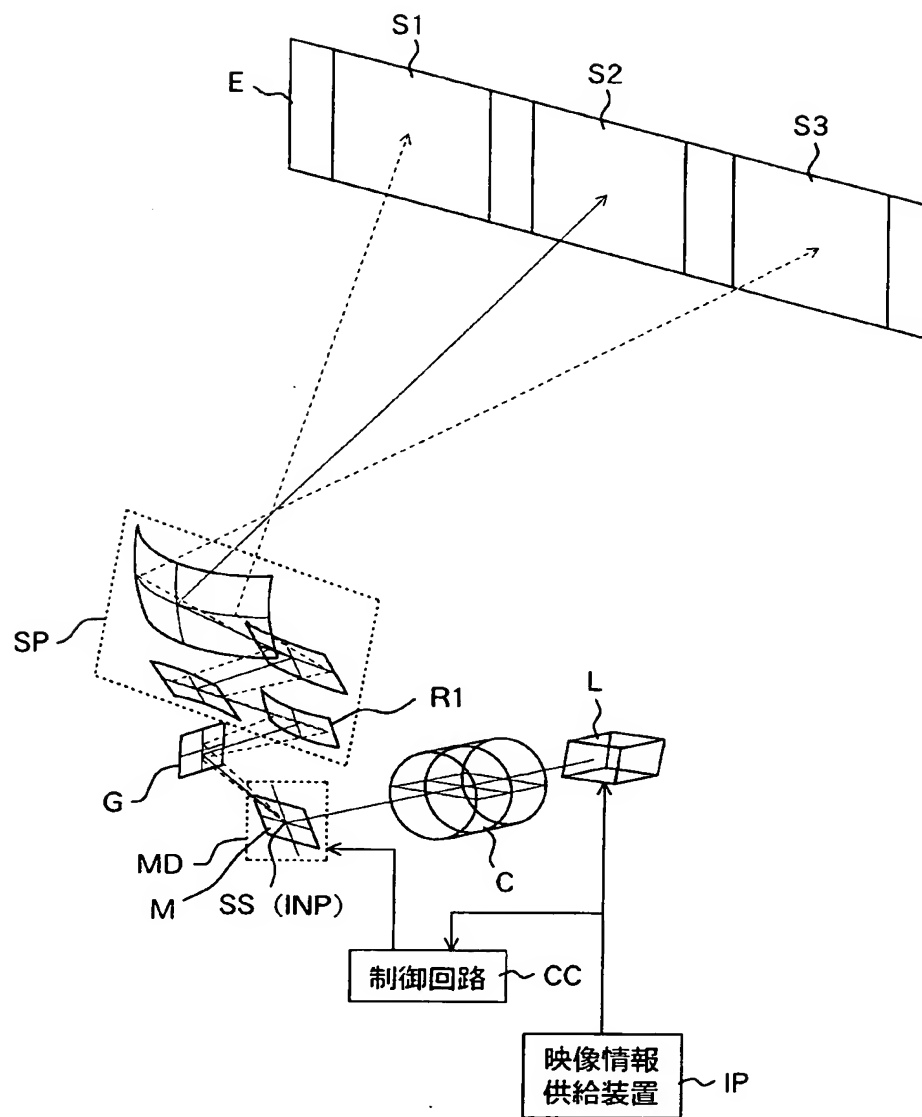
【図 4】



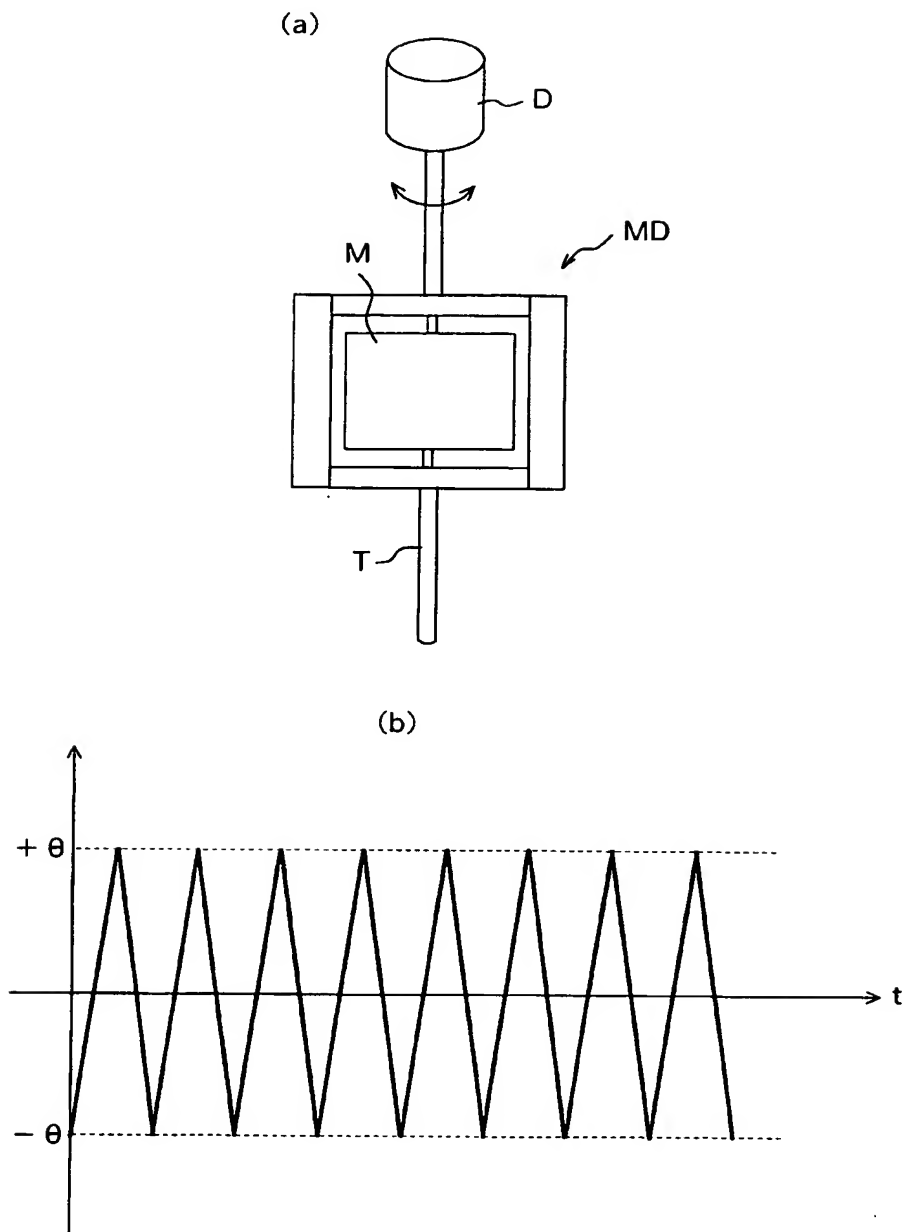
【図 5】



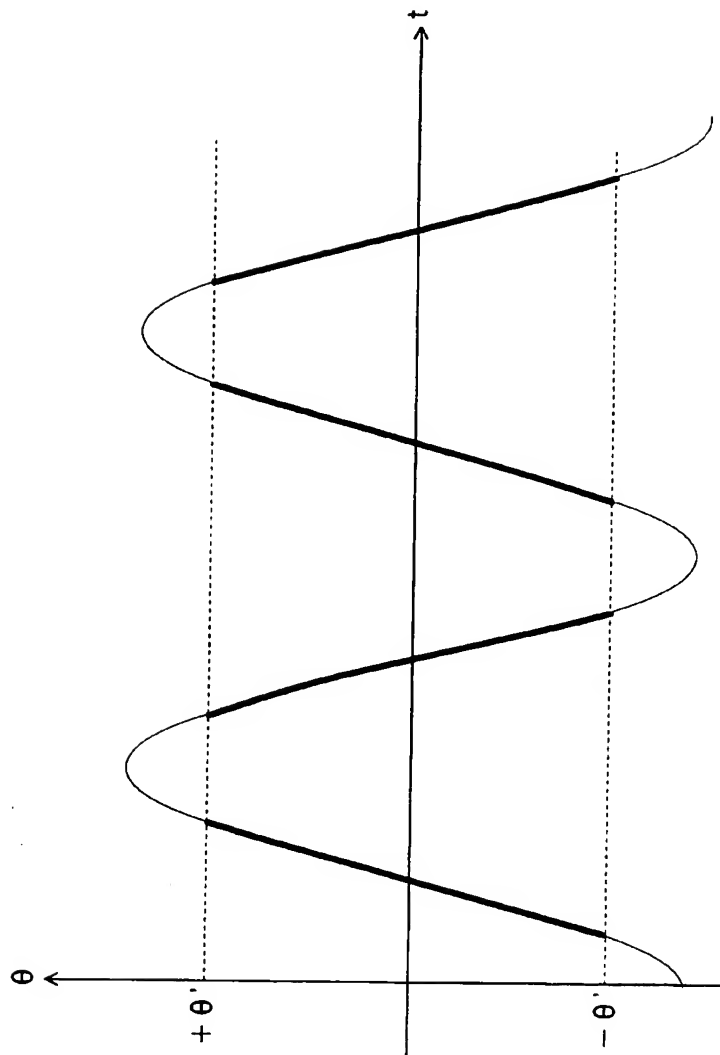
【図 6】



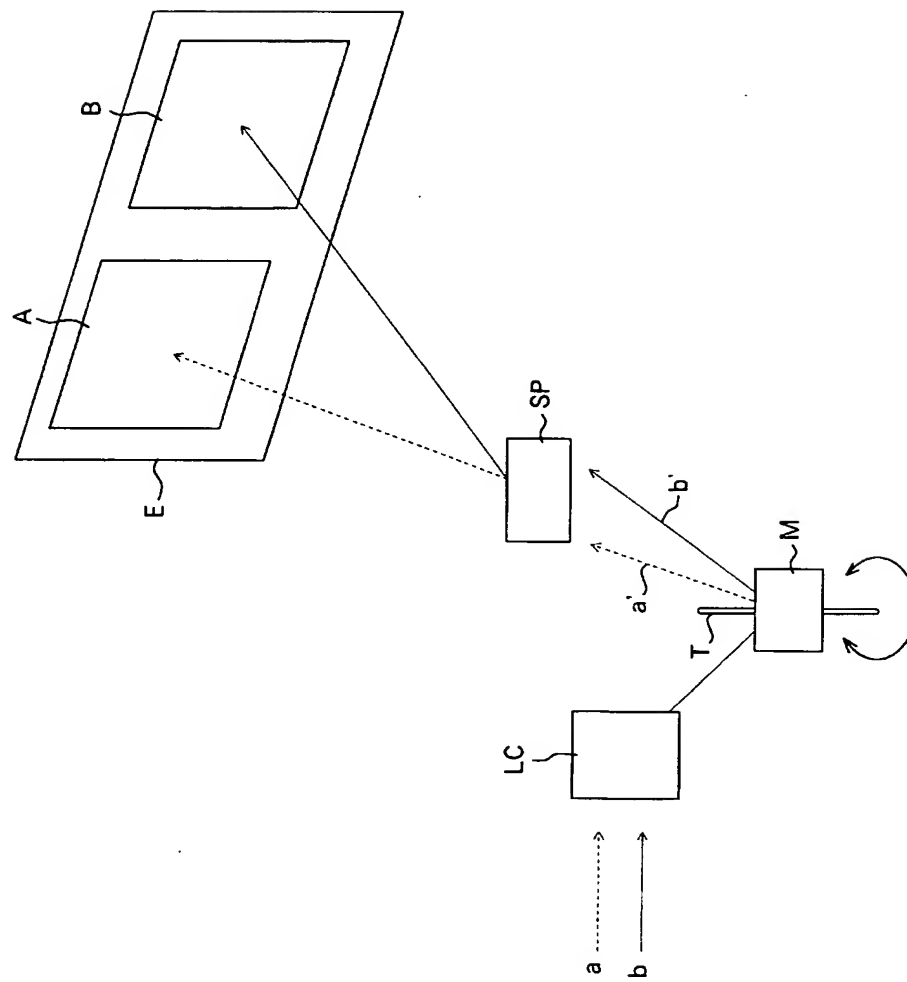
【図 7】



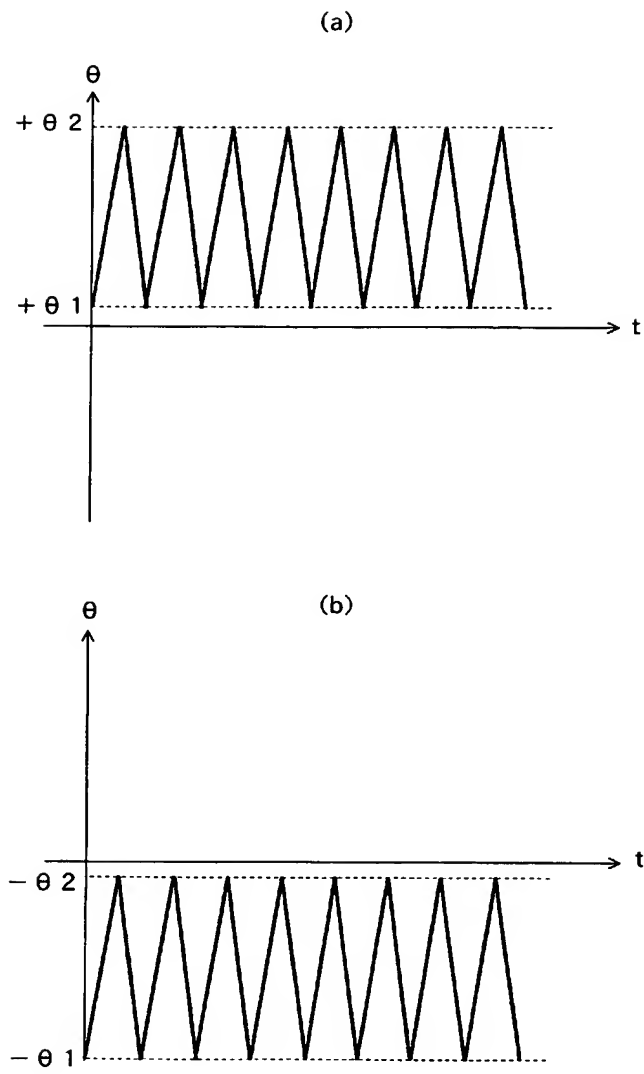
【図 8】



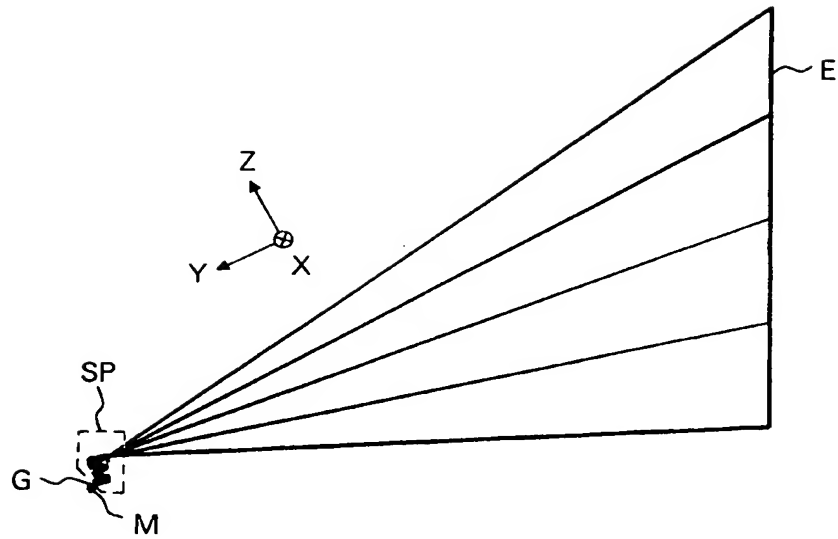
【図 9】



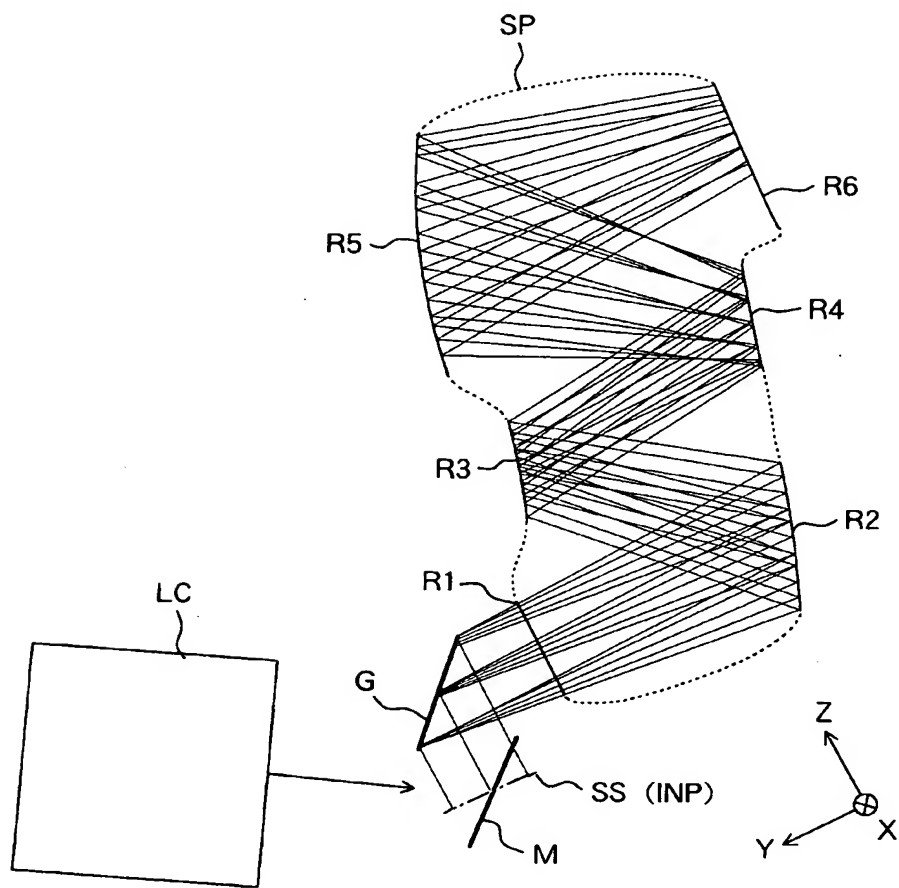
【図 1 0】



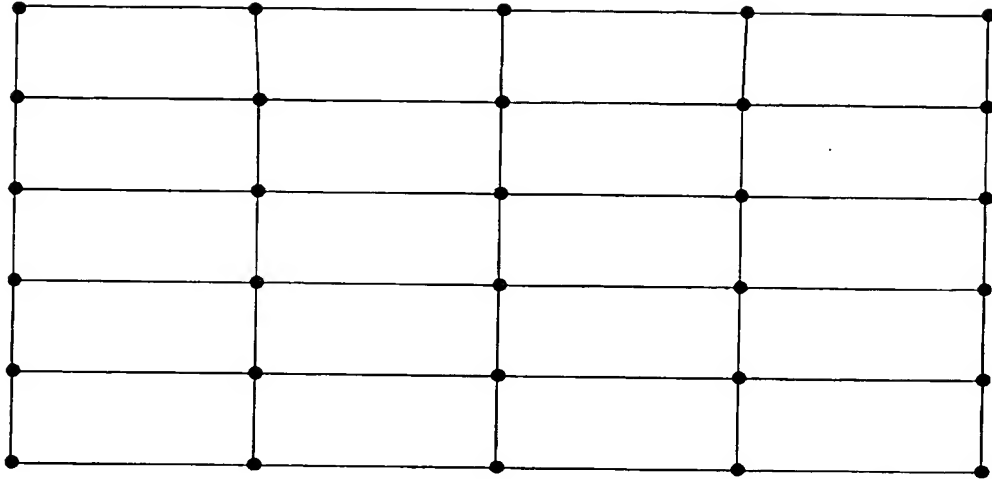
【図 11】



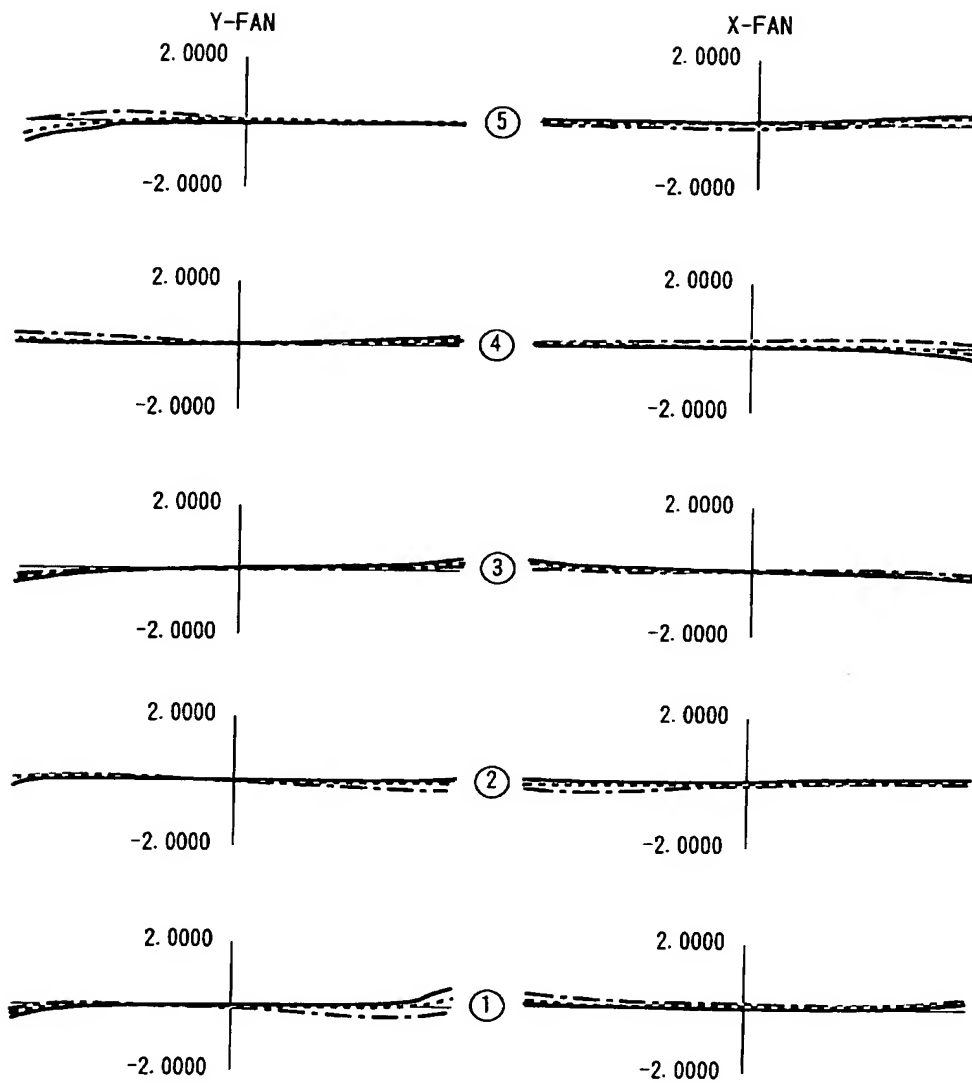
【図 12】



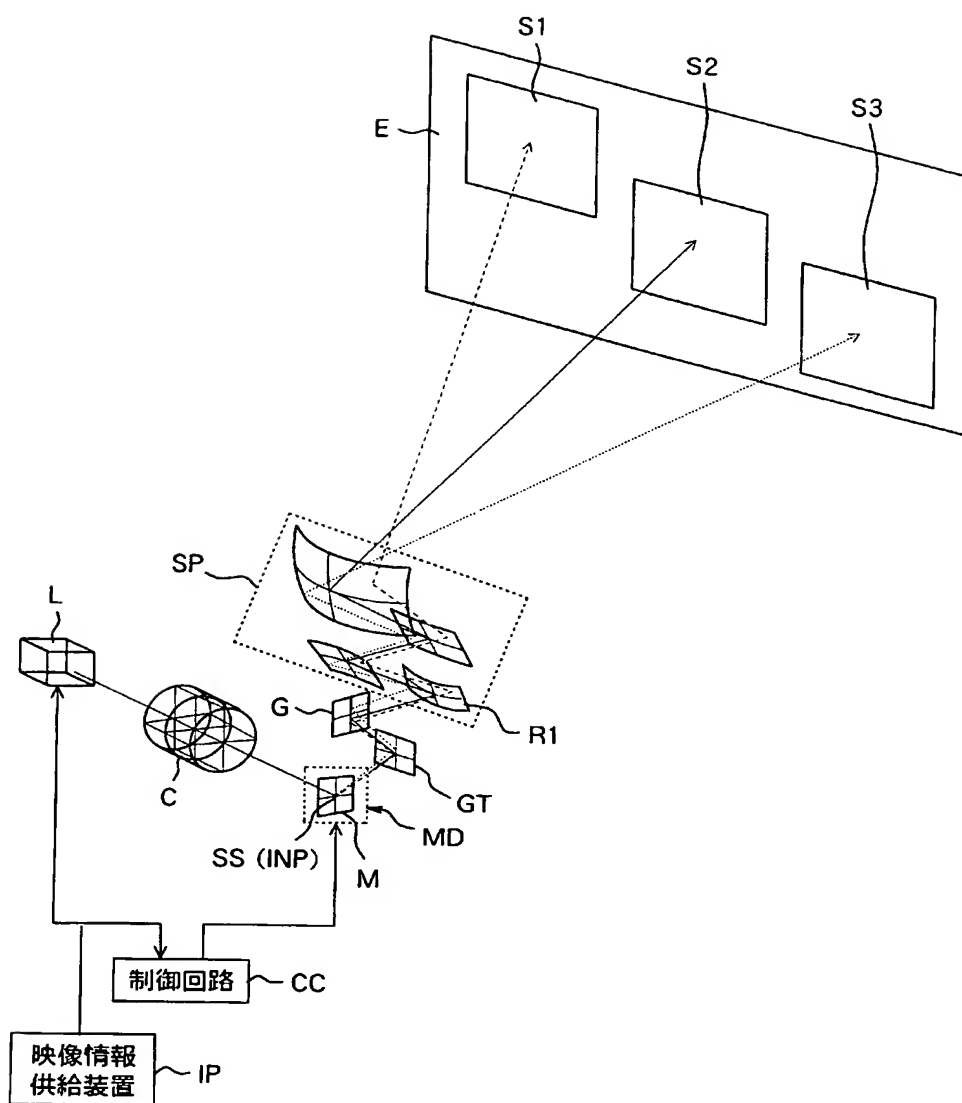
【図 1 3】



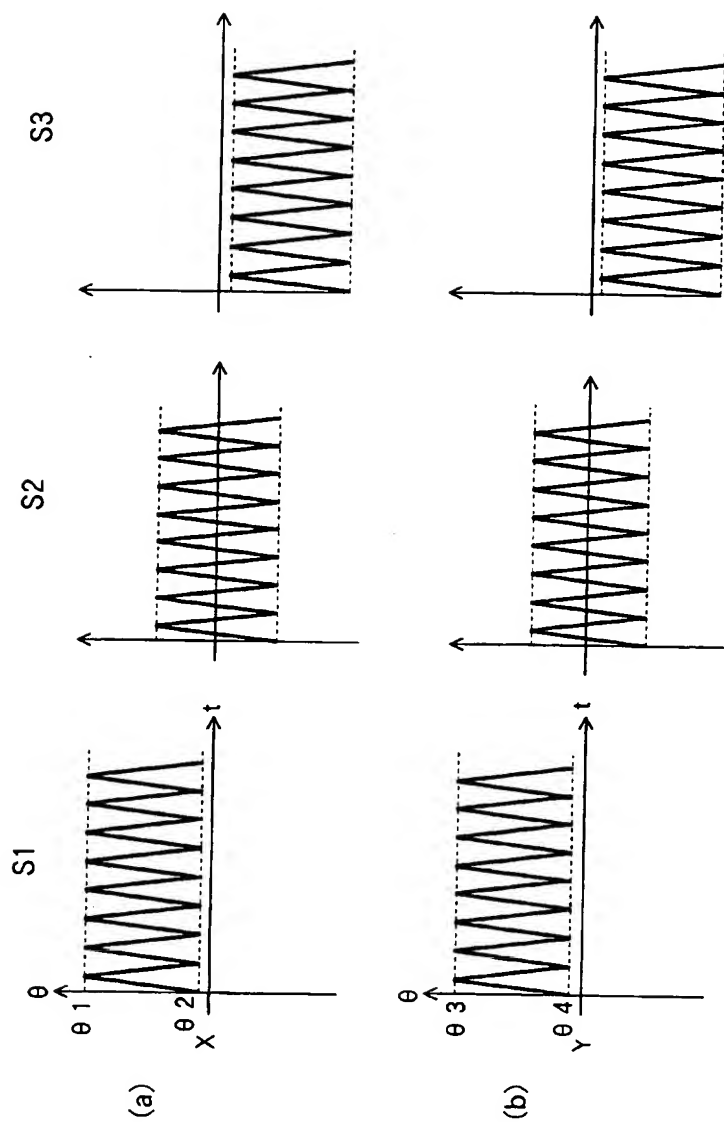
【図 14】



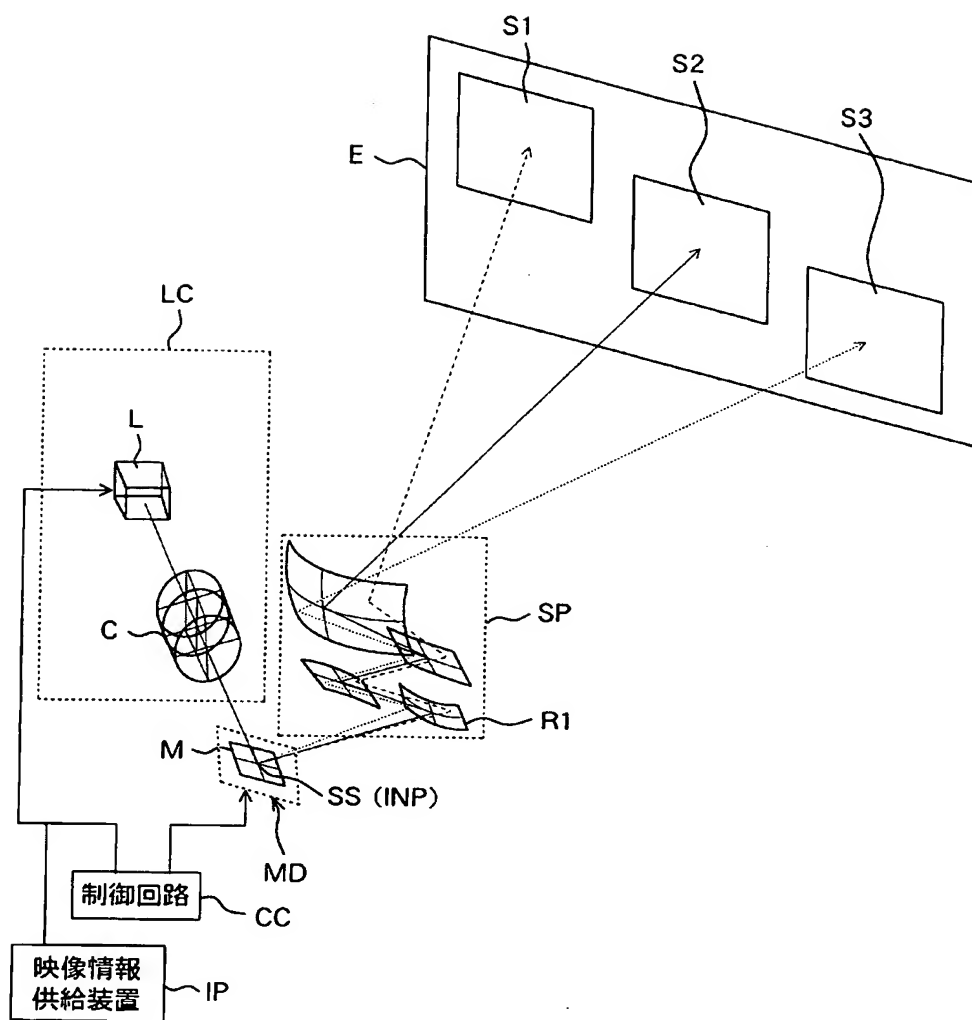
【図 15】



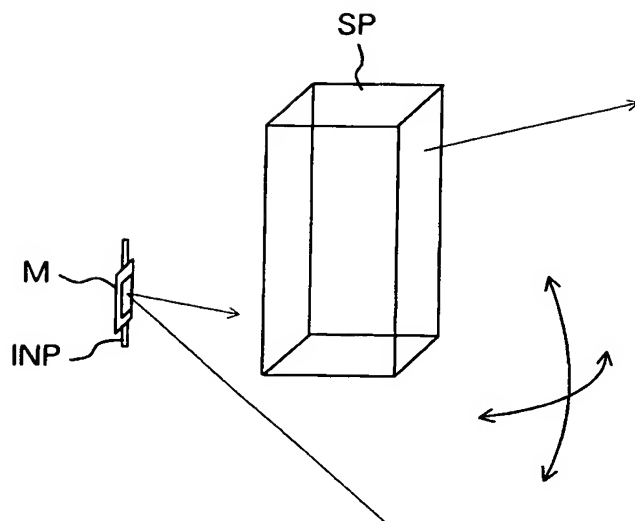
【図 16】



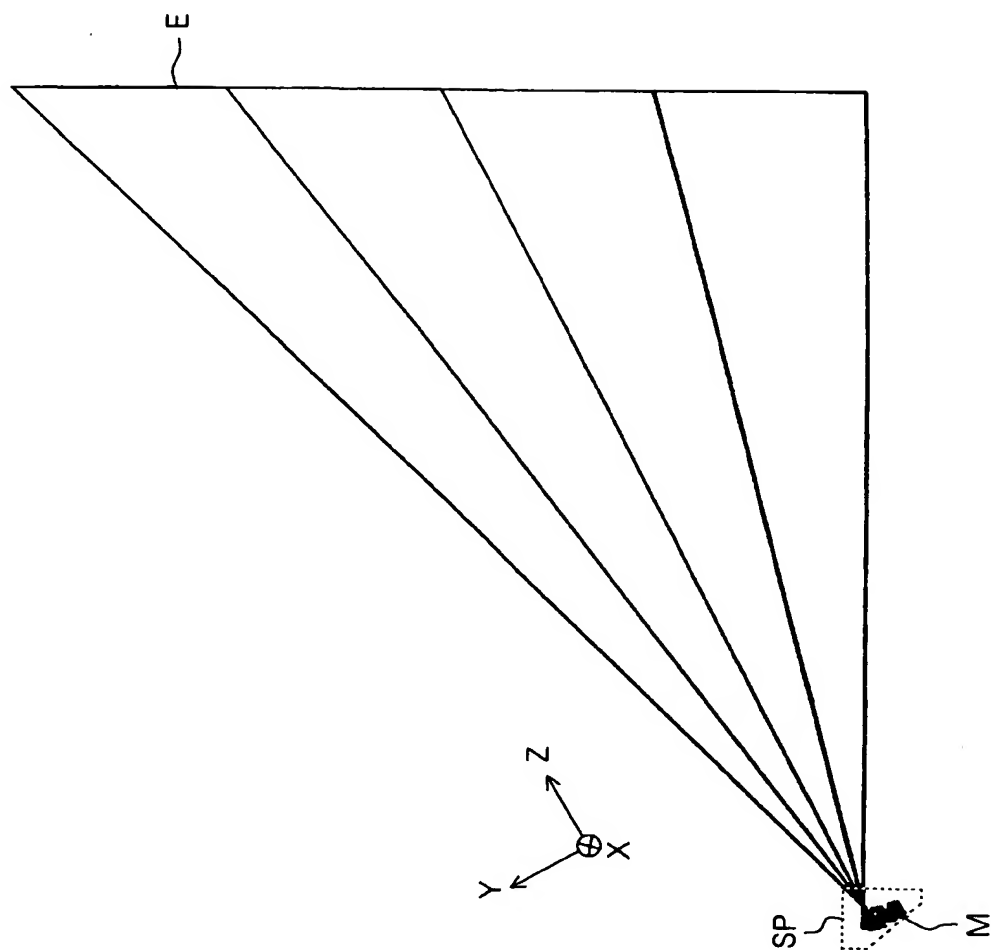
【図 17】



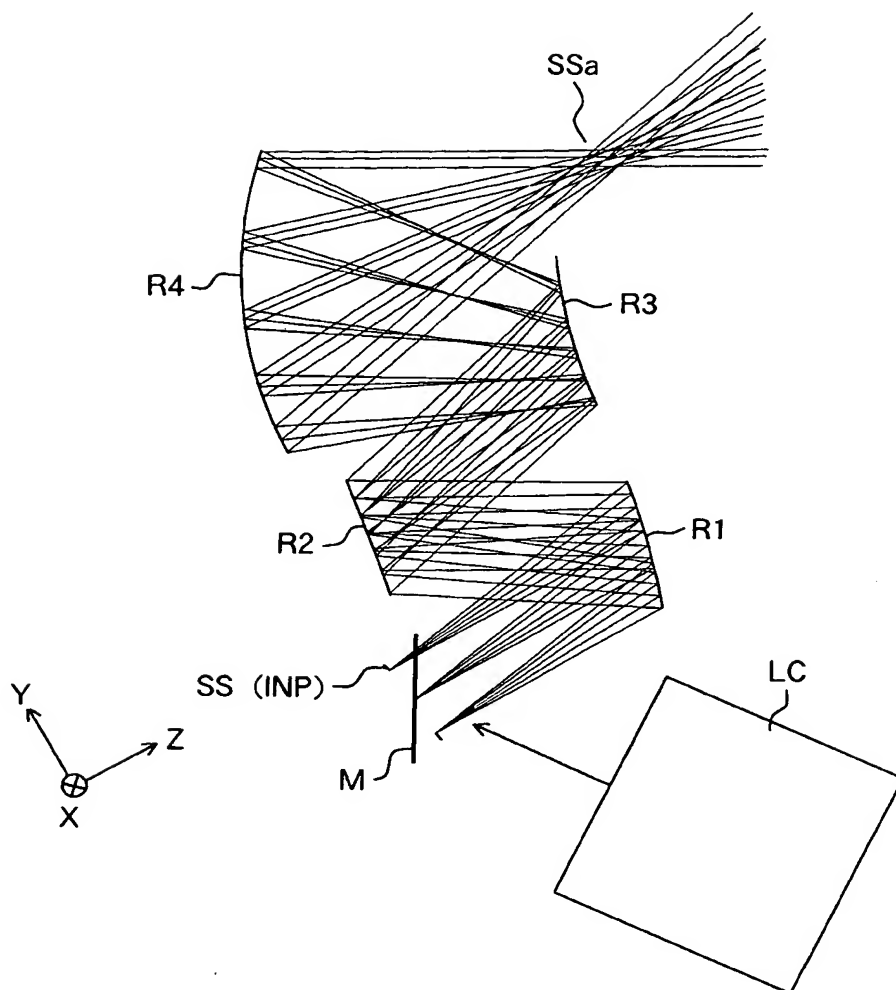
【図 18】



【図 19】

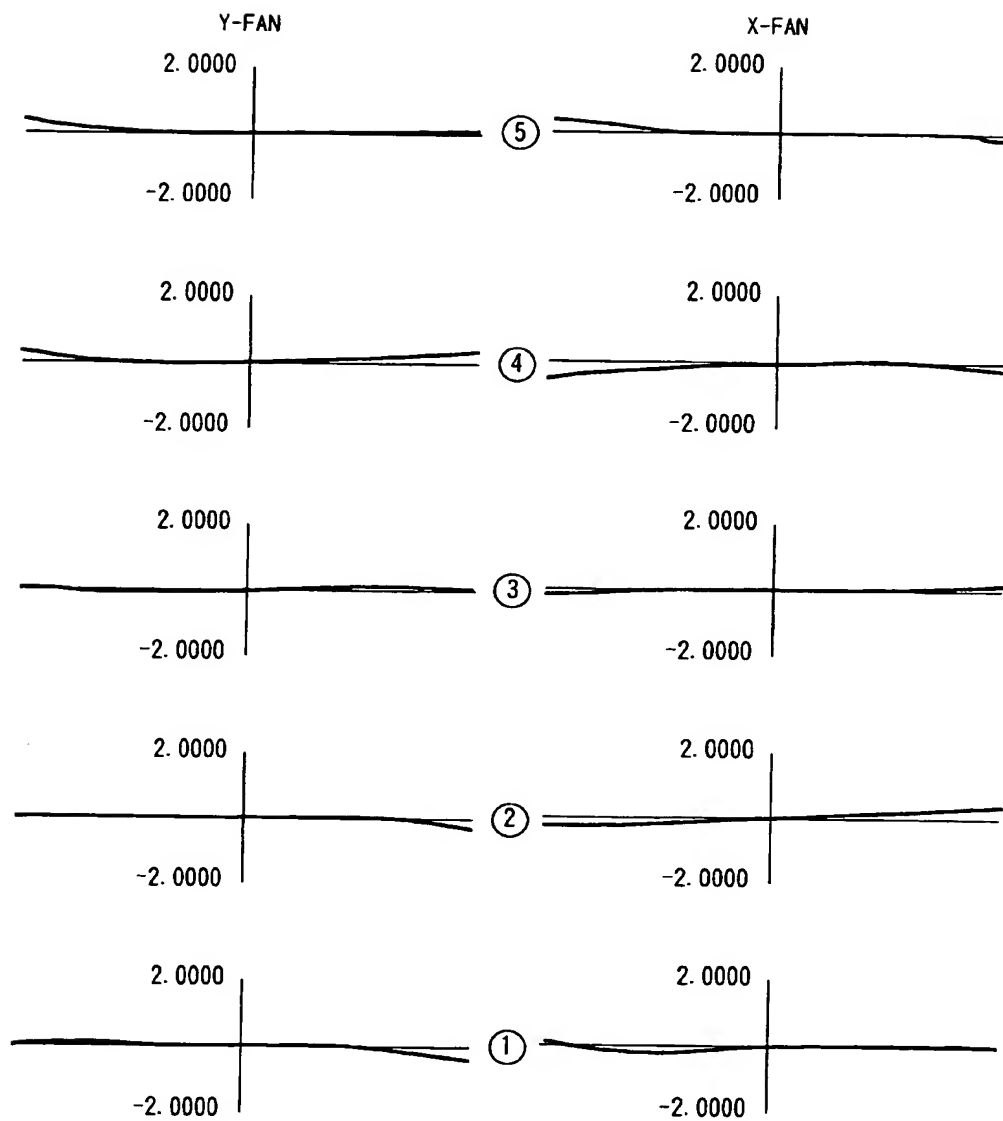


【図 20】

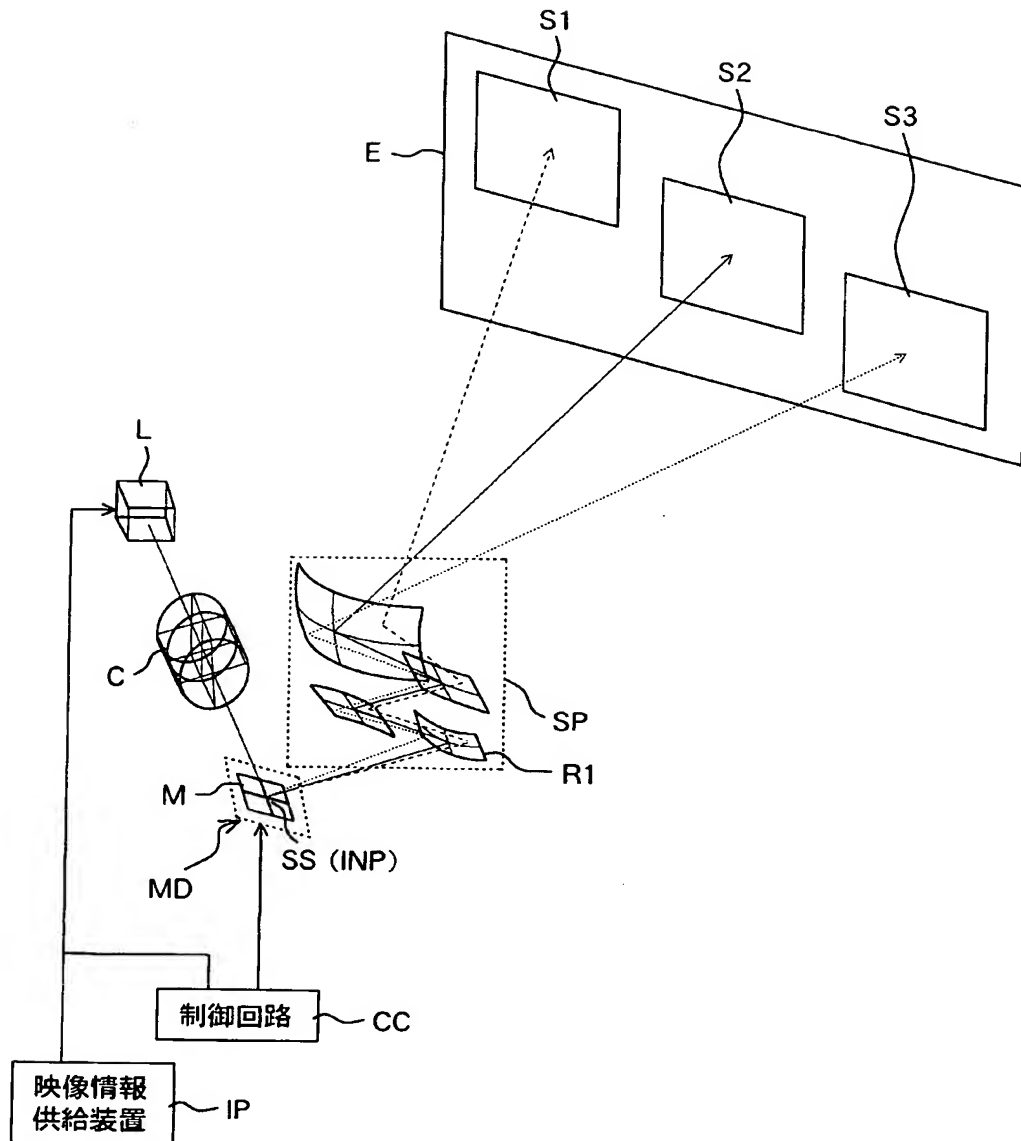


【図 2 1】

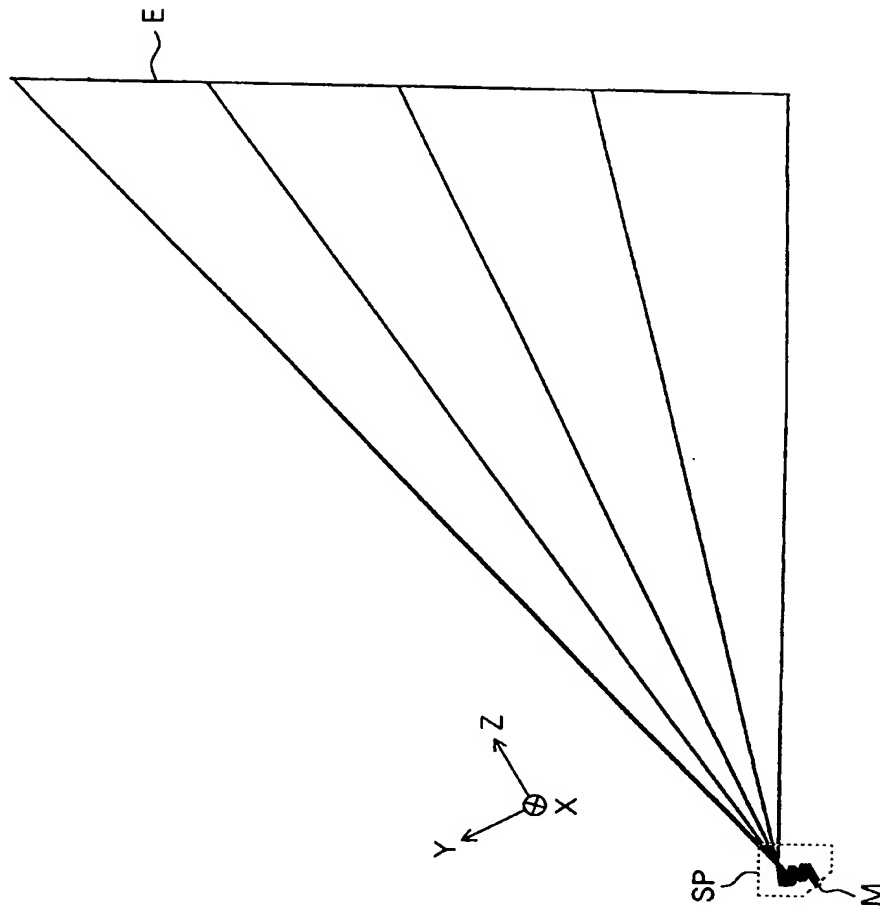
【図 22】



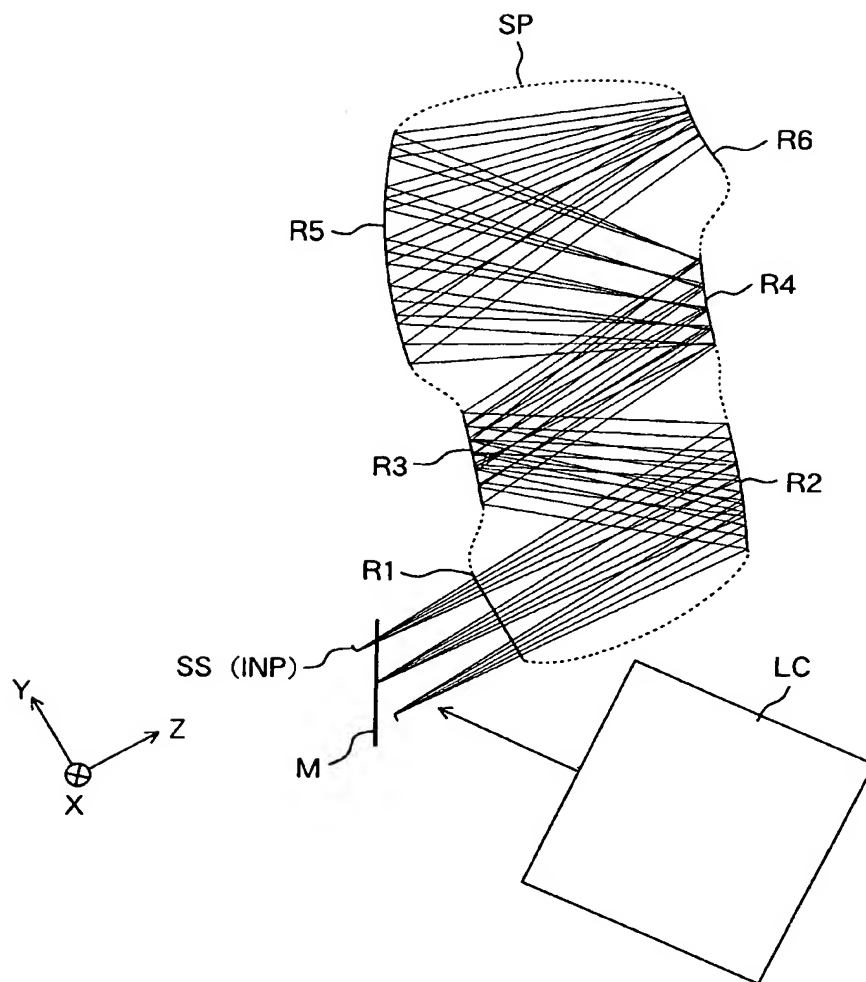
【図 23】



【図 24】

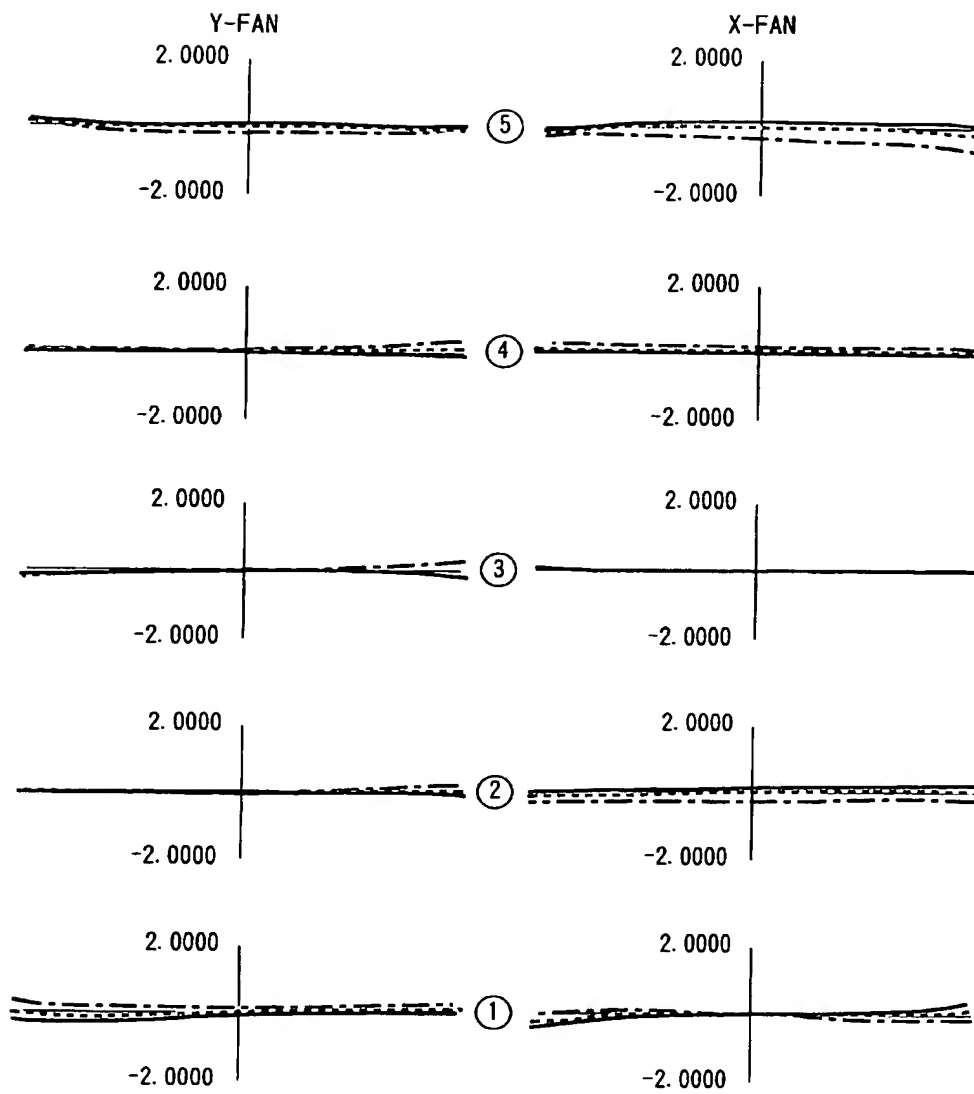


【図 25】

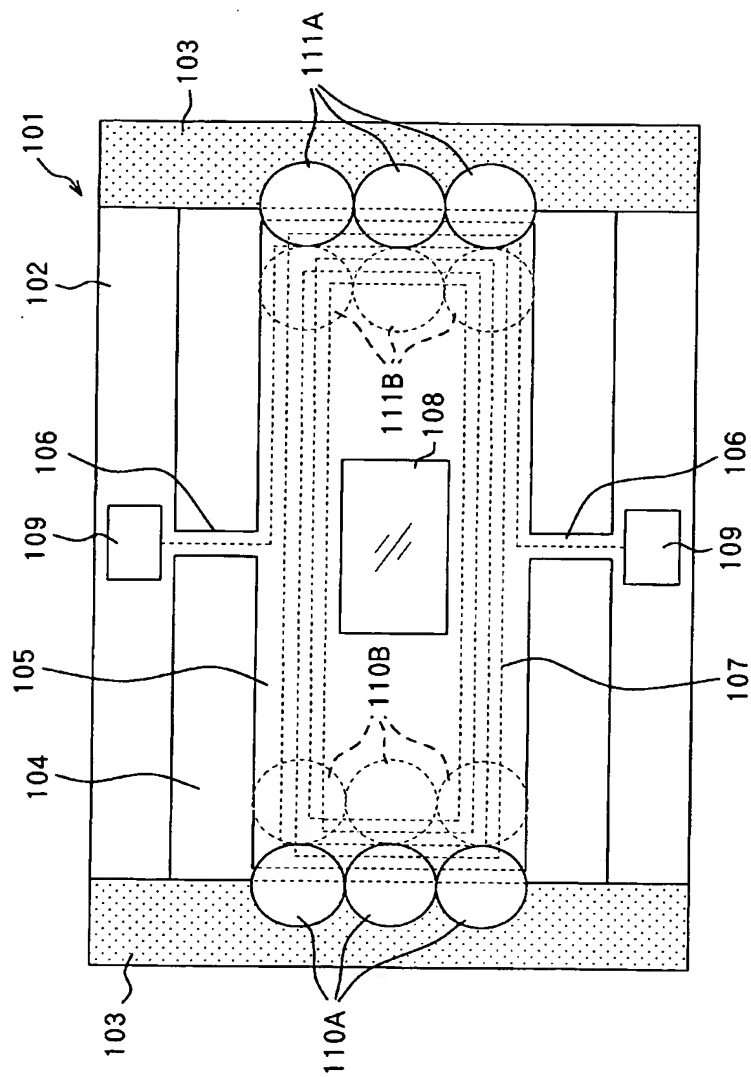


【図 2 6】

【図 27】



【図 28】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 コンパクトな構成で、投射画像の位置等を変更できるようにする

。

【解決手段】 光を偏向走査する光偏向手段と、光偏向手段からの光を投射する投射光学系とを有する投射型表示光学系Pにおいて、投射光学系による投射光によって形成される画像Sの位置又は傾きを可変とする。

【選択図】 図3

特願 2 0 0 3 - 0 4 0 4 1 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 0 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

氏 名

キャノン株式会社